

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Rekonstrukce a údržba sítí vn a nn

Reconstruction and Maintenance of MV and LW Lines

2015

Bc. Šimon Vlček

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání diplomové práce

Student:

Bc. Šimon Vlček

Studijní program:

N2649 Elektrotechnika

Studijní obor:

3907T001 Elektroenergetika

Téma:

Rekonstrukce a údržba sítí vn a nn
Reconstruction and Maintenance of MV and LV Lines

Zásady pro vypracování:

- o Platná legislativa z oblasti prací na elektrických zařízeních v DS.
- o Řád preventivní údržby.
- o Poruchovost sítí nn a vn.
- o Prvky distribuční sítě.
- o Vyhodnocení ŘPÚ a následná rekonstrukce.
- o Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

- o Hradílek Z.: Elektroenergetika distribučních a průmyslových sítí, skripta VŠB-TU Ostrava 2008
- o Krejčí P.: Cvičení z elektroenergetiky, skripta VŠB-TU Ostrava 2003
- o Santarius, P.: Elektrické stanice a vedení, VŠB Ostrava 1993
- o Toman, P. a kol.: Provoz distribučních soustav, ČVUT Praha 2011, ISBN 978-80-01-04935-8
- o Tlustý, J. a kol.: Monitorování, řízení a chránění elektrizačních soustav, ČVUT Praha 2011, ISBN 978-80-01-04940-2
- o Tlustý, J. a kol.: Návrh a rozvoj elektroenergetických sítí, ČVUT Praha 2011, ISBN 978-80-01-04939-6
- o <http://www.eru.cz/>
- o Další podle pokynů vedoucího práce

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. Radomír Goňo, Ph.D.**

Datum zadání: 01.09.2014

Datum odevzdání: 07.05.2015

prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry




prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

V Ostravě 4.5. 2015



Vlček Šimon

Poděkování

Rád by touto cestou poděkoval vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Radomíru Goňovi, Ph.D. a Ing. Milanu Blokšovi za cenné rady a připomínky k obsahu a zpracování mé diplomové práce.

Abstrakt

Diplomová práce na téma „Rekonstrukce a údržba sítí vn a nn“ se zabývá platnou legislativou z oblasti prací na elektrických zařízeních a ŘPÚ. Jsou popsány jednotlivé prvky distribuční sítě na hladině nízkého a vysokého napětí. Cíl diplomové je věnován vyhodnocení poruchovosti regionu Morava v roce 2014. V závěrečné části je provedeno vyhodnocení ŘPÚ a následná rekonstrukce vybraných prvků sítě.

Klíčová slova

venkovní vedení; kabelová vedení; údržba; rekonstrukce; porucha; odpojovač.

Abstract

The thesis „Reconstruction and Maintenance of MV and LW Lines“ focuses on valid legislation about work on electric devices and ŘPU. Describes the elements of the distribution network at the low and high voltage. Objective diploma is devoted to the evaluation of the failure region of Moravia in 2014. In the final part is an evaluation of RPU and subsequent reconstruction of selected network elements.

Key Words

Power Line; Cable Line; Maintenance; Reconstruction; Failure; Discloser.

Seznam použitých zkratek

ČR	Česká republika
ERÚ	Energetický regulační úřad
EN	Evropská norma
PPDS	Pravidla provozování distribuční soustavy
TIS	Technický informační systém
DSO	ČEZ Distribuce, a.s.
ČDS	ČEZ Distribuční služby, s.r.o.
nn	Nízké napětí
vn	Vysoké napětí od 1 kV do 52 kV (zař. 3, 6, 10, 22 a 35 kV)
ŘPÚ	Řád preventivní údržby
ZPK	Záznam o provedené kontrole
MPPP	Místní provozní a pracovní předpis
MPBP	Místní pracovní a bezpečnostní předpis
KKP	Kniha kontrol a poučení
PP	Pracovní postup
PPN	Práce pod napětím
PS	Přenosová soustava
DS	Distribuční soustava
ES	Elektrizační soustava
PDS	Provozovatel distribuční soustavy
ZRP	Zvláštní režim provozu
SJZ	Systém jednotného značení
DTS	Distribuční trafostanice
DT	Distribuční transformátor
ÚO	Úsekový odpojovač
I3	Minimální vypínací proud pojistky
SF ₆	Hexafluorid síry

Obsah

ÚVOD	9
1 Platná legislativa z oblasti prací na elektrických zařízeních v DS.....	10
1.1 ZÁKLADNÍ PRINCIPY	10
1.2 ČINNOST OSOBY ODPOVĚDNÉ ZA ELEKTRICKÉ ZAŘÍZENÍ	10
1.3 ELEKTRICKÉ ZAŘÍZENÍ.....	12
1.4 STANOVENÍ KVALIFIKACÍ PRO PRÁCE NA ELEKTRICKÉM ZAŘÍZENÍ.....	13
1.5 PRÁCE A OBSLUHA NA ELEKTRICKÉM ZAŘÍZENÍ DS A PS.....	14
1.6 BEZPEČNÉ VZDÁLENOSTI.....	16
1.7 ZÁKLADNÍ ČLENĚNÍ PRACÍ NA ELEKTRICKÉM ZAŘÍZENÍ NEBO V JEHO BLÍZKOSTI	17
1.8 ÚDRŽBA	18
2 Řád preventivní údržby	20
2.1 ZÁKLADNÍ POJMY	20
2.2 PRACOVNÍ POSTUPY	24
2.2.1 Lhůty pracovních postupů.....	25
2.3 ZÁZNAMY O PROVEDENÝCH KONTROLÁCH.....	25
2.3.1 Zpráva o pravidelné revizi elektrických zařízení	27
2.4 PROVOZNÍ NÁKLADY ŘPÚ	27
3 Prvky distribuční sítě.....	29
3.1 VENKOVNÍ A KABELOVÁ VEDENÍ	29
3.1.1 Venkovní vedení.....	29
3.1.2 Kabelová vedení	31
3.1.3 Rozdělení sítí z hlediska způsobu provozování.....	33
3.2 PODPĚRNÉ BODY VENKOVNÍCH VEDENÍ.....	34
3.3 ODPÍNAČE A ODPOJOVAČE PRO VENKOVNÍ POUŽITÍ	36
3.3.1 Odpínač	37
3.3.2 Odpojovač	39
3.4 PŘÍHRADOVÁ TRAFOSTANICE	42
3.4.1 Základní výzbroj.....	42
4 Poruchovost sítí nn a vn.....	48
4.1 NEDODANÁ ELEKTRICKÁ ENERGIE	48
4.1.1 § 5 Standard ukončení přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny	48
4.1.2 § 6 Standard dodržení plánovaného omezení nebo přerušení distribuce elektřiny	50
4.1.3 §7 Standard výměny poškozené pojistky	51
4.2 UKAZATELE SPOLEHLIVOSTI DISTRIBUČNÍCH SÍTÍ.....	52

4.3	VYHODNOCENÍ PORUCHOVOSTI - MORAVA 2014.....	54
5	Vyhodnocení ŘPÚ a následná rekonstrukce.....	60
5.1	ZAJIŠTĚNÍ PRACOVISTĚ PŘI PROVÁDĚNÍ ŘPÚ	60
5.2	PROVEDENÍ ŘPÚ.....	61
5.3	VYHODNOCENÍ ZJIŠTĚNÝCH ZÁVAD	65
5.4	PROVEDENÍ REKONSTRUKCE	67
5.5	CENOVÉ A KAPACITNÍ VYHODNOCENÍ REKOSTRUKCE	71
ZÁVĚR.....		73
Seznam použité literatury.....		75
Seznam příloh.....		76

ÚVOD

Tato diplomová práce s názvem Rekonstrukce a údržba sítí vn a nn se zabývá platnou legislativou z oblasti prací na elektrických zařízeních ČSN EN 50110-1, kde je zaměřeno na základní principy. Jsou popsány činnosti osob odpovědných za elektrická zařízení, prací a obsluhy elektrických zařízení a bezpečné vzdálenosti. Chtěl bych poznamenat, že sebelepší postupy a pravidla nemají žádný význam, jestliže všechny osoby pracující na elektrickém zařízení nebo v jeho blízkosti nejsou s nimi plně seznámeny a neřídí se jimi.

Následující část práce se zabývá ŘPÚ, kde jsou vysvětleny jednotlivé pojmy a pracovní postupy související s danou tematikou.

V kapitole s názvem Prvky distribuční jsou popsány jednotlivá vedení dle napěťových hladin, typu a způsobu zapojení vedení ať už venkovního nebo kabelového. Druhá část kapitoly je věnována jednotlivým odpínačům a odpojovačům, které se nejčastěji objevují v našich sítích, pojistkám vn a skříním nn. Po přečtení všech předchozích kapitol, které bych označil jako teoretickou část této diplomové práce, si je čtenář vědom všech možných rizik při práci nebo obsluze elektrického zařízení. Je seznámen s důležitostí ŘPÚ a dokáže rozpoznat jednotlivé prvky vyskytující se v distribuční síti nízkého a vysokého napětí.

Cílem mé diplomové práce bude vyhodnotit poruchovost sítí nn a vn v regionu Morava a znázornit důležitost a nutnost provádění ŘPÚ. Závěr praktické části je věnován provedení a následnému vyhodnocení ŘPÚ na mnou zvolených prvcích distribuční sítě. Dále bezpečnostním postupům při zajišťování/odjišťování pracoviště z důvodu nutné rekonstrukce, u které bude provedeno finanční a kapacitní vyhodnocení.

V závěru jsou vyhodnoceny výsledky vyplývající z této diplomové práce.

1 Platná legislativa z oblasti prací na elektrických zařízeních v DS.

Norma ČSN EN 50110-1 platí pro obsluhu a práci na elektrických zařízeních, s elektrickými zařízeními nebo v jejich blízkosti. Jedná se o elektrická zařízení provozovaná s úrovní od malého napětí až po vysoké napětí. Norma stanovuje požadavky na bezpečnou obsluhu elektrických zařízení a práci na nich, nebo v jejich blízkosti.

Tyto požadavky se týkají obsluhy, práce a údržby. Platí pro veškerou neelektrickou pracovní činnost, například stavební práce v blízkosti venkovního vedení nebo zemních kabelů, stejně jako pro pracovní činnost na elektrických zařízeních tam, kde existuje elektrické riziko. Norma neplatí pro instalace a zařízení, které jsou navrženy a instalovány k používání laiky.

1.1 ZÁKLADNÍ PRINCIPY

Před započítím jakékoliv práce na elektrickém zařízení nebo jeho obsluhy, musí být provedeno hodnocení elektrického rizika a musí být stanoveno, jakým způsobem musí být práce nebo obsluha vykonávána a jaká opatření musejí být pro zajištění bezpečnosti provedena. Osoby musejí být školeny z bezpečnostních předpisů a místních pracovních předpisů. Osoby musejí nosit vhodný oděv vhodný pro místo a podmínky, kde pracují. Vedoucí práce musí dbát na dodržování všech pokynů a bezpečnostních opatření. Vedoucí práce musí poučit o nebezpečí. Pro každé elektrické zařízení musí být určena osoba odpovědná za elektrické zařízení. Příprava na provedení složité pracovní činnosti musí být provedena písemně. Všechna (dorozumívání) hlášení musí obsahovat jméno a příjmení, a pokud je to nutné, funkci osoby předávající informace. Aby při ústním předávání informace nedošlo k omylům, musí příjemce opakovat informaci zpět vysílajícímu, který musí potvrdit, že byla správně přijata a pochopena. Zahájení práce a uvedení elektrického zařízení do provozního stavu po ukončení práce, nesmí být povoleno signály nebo dohodnutým dorozumíváním po odsouhlasených časových intervalech. Veškeré nářadí, výstroj a přístroje musí být vhodné, udržované a správně používané. Ke každému elektrickému zařízení musí být k dispozici dokumentace podle skutečného provedení. [11]

1.2 ČINNOST OSOBY ODPOVĚDNÉ ZA ELEKTRICKÉ ZAŘÍZENÍ

Přirazení dílčích odpovědností osoby odpovědné za elektrické zařízení k jednotlivým funkcím.

Dispečink

Dispečink vykonává činnosti osoby odpovědné za elektrické zařízení v těchto případech:

- je uvědomen o okamžiku, kdy jsou práce na vodičích elektrické sítě zastaveny a osoby opouští pracoviště. Jedná se o případy, kdy se pracuje na vodičích vystavených nebezpečí (blýská se, je slyšet hřmění nebo se blíží bouře) nebo na zařízeních přímo spojených s ohroženými vodiči,
- odsouhlasí pokračování přerušené práce po pominutí výše uvedených nebezpečí,
- je vedoucím zajišťování uvědomen o jeho odchodu na pracoviště tam, kde si vedoucí zajišťování, na základě předem stanoveného programu, zajišťuje pracoviště v plném rozsahu sám,
- v případě přechodného přerušení prací je vedoucím zajišťování uvědomen o provedení všech nutných opatření, která mají zabránit dotyku živých částí a neoprávněnému zapnutí elektrického zařízení,
- je vedoucím odjišťování uvědomen o ukončení práce a ukončení příkazu B. Od tohoto okamžiku je předmětné zařízení nutné považovat za zařízení pod napětím,
- dává pokyn pro opětovné uvedení zařízení do provozu,
- při PPN vn je od vedoucího zajišťování uvědomen, o jakou práci PPN vn se jedná a o jaké zařízení, na kterém se bude práce konat,
- zajistí zrušení ZRP na základě hlášení od vedoucího práce o ukončení práce prováděné metodou PPN vn,
- dostává od vedoucího zajišťování hlášení o uzavření „Příkazu B-PPN“.

Vedoucí práce

Pro provádění zkoušek vždy požádá o součinnost vedoucího zajišťování. Při práci, kterou vykonává skupina zaměstnanců, je vždy stanoven vedoucí práce. Vedoucí práce je určen přímým nadřízeným, a to tak, že jeden zaměstnanec každé pracovní skupiny je pověřen řízením práce nebo pořadím vedoucích práce v KKP, kdy zaměstnanec, který má nižší pořadové číslo, vykonává roli vedoucího práce. Zaměstnanci jsou prokazatelně seznámeni s tímto pořadím. Pokud zaměstnanec pracuje samostatně, vykonává automaticky roli vedoucího práce.

Vedoucí zajišťování a/nebo odjišťování

Vedoucí zajišťování a/nebo odjišťování před zahájením práce na elektrických zařízeních uvědomí dispečink. Uvědomí dispečink o ukončení práce PPN. Je informován, jestliže byla práce přerušena a jsou provedena odpovídající bezpečnostní opatření. [12]

Vedoucí pracoviště

Vedoucí pracoviště pověřuje zaměstnance, který, vydává „Příkaz B“. Zajišťuje pracoviště, vykonává dozor při práci, zajišťuje zavedení ZRP, vydává a podepisuje Příkaz B-PPN, stanoví jakým způsobem je provedeno zajištění bezpečnosti u jednoduchých zařízení nebo v případě jednoduchých

prací. Stanovuje způsob omezení přístupu osobám seznámeným ke všem místům, kde jsou vystaveny elektrickým rizikům. V případech, kdy jsou na elektrickém zařízení vykonávány údržbové práce, stanoví přesné určení části příslušného zařízení, na kterém se práce provádějí a určí osoby odpovědné za řízení údržbových činností.

1.3 ELEKTRICKÉ ZAŘÍZENÍ

Elektrická zařízení DS jsou z hlediska obsluhy i zajišťování pracoviště klasifikována jako jednoduchá. K ověřování beznapěťového stavu, uzemnění a zkratování zařízení postačí jeden zaměstnanec s kvalifikací nejméně podle § 6 vyhlášky č. 50/1978 Sb., v platném znění není-li v MPPP uvedeno jinak. Je-li v MPPP nebo v MPBP pro konkrétní zařízení uvedeno, že tyto činnosti provádějí dva pracovníci, má jeden z nich kvalifikaci minimálně podle § 7 a druhý minimálně podle § 6, vyhlášky č. 50/1978 Sb, v platném znění.

Provozovatel elektrického zařízení DS a PS

Provozovatel elektrického zařízení DS a PS je zodpovědný za:

- vypracování plánu provozu, údržby a oprav zařízení DS,
- uvádění zařízení do provozu vč. funkčních zkoušek,
- realizace drobné opravy stanice vvn,vn a DTS s vypínačem,
- odpojování zařízení DS pro uvolnění z provozu,
- zpracování doporučení a informací problém reportu pro DSO dle uzavřené smlouvy,
- výkon preventivní údržby na zařízení DS,
- odstraňování poruchy rozvodny vvn a vn (vč. kompenzátorů),
- připojování a odpojování neplatičů,
- realizace služby PPN vn a nn, spojené s provozem, údržbou a opravami,
- odpojování zařízení DS pro likvidaci.

Provozovatel elektrického zařízení DS a PS provádí:

- projednání projektové dokumentace navrhované akce, doplnění soupisu demontovaného materiálu,
- převzetí požadavků na činnosti na zařízení DS,
- převzetí podkladů a dokumentace elektrického zařízení DS,
- převzetí údajů o plánovaných akcích na zařízeních DS. [12]

Pracovní a ochranné pomůcky

Podkladem pro určení minimálního množství a druhů osobních ochranných prostředků a pracovních pomůcek pro elektrické stanice distribuční a přenosové soustavy je PNE 38 1981. Pro zkoušení dielektrických pracovních pomůcek platí PNE 35 9700. Nářadí, výstroj a přístroje, osobní ochranné prostředky a pracovní pomůcky a ostatní pomůcky jsou používány jen v souladu s instrukcemi a návodem jejich výrobce nebo dodavatele. Instrukce a návod musí být v českém jazyce. Bezvadný stav pomůcek je ověřován periodickými zkouškami a prohlídkami. Před každým použitím se zaměstnanec přesvědčí o jejich řádném stavu. Vadné pomůcky vyřadí z používání a informuje o tom vedoucího zaměstnance.

1.4 STANOVENÍ KVALIFIKACÍ PRO PRÁCE NA ELEKTRICKÉM ZAŘÍZENÍ

Stupně kvalifikací zaměstnanců, kteří pracují na elektrickém zařízení, jsou dány vyhláškou 50/1978 Sb., v platném znění. Zaměstnanci s kvalifikací osoby znalé s vyšší kvalifikací, kteří mají být pověřeni pro níže uvedené činnosti, mají stanovenou minimální praxi pro:

- provádění zajištění pracoviště 0,5 roku praxe,
- vydávání příkazu B 1 rok praxe,
- činnost vedoucího práce 1 rok praxe,
- činnost vedoucího pracovní skupiny 1 rok praxe,
- řízení činnosti 1 rok praxe,
- provádění vybraných prací pod napětím 0,5 roku praxe.

Zaměstnanec, který je pověřen odpovědností vedoucí zajišťování/odjišťování, vedoucí práce nebo vydáváním „Příkazu B“ má minimálně kvalifikaci podle §6, vyhlášky 50/1978 Sb., v platném znění. Potřebné seznámení, poučení nebo školení mimo pravidelné lhůty se, v souladu se směrnicí pro provádění školení, provádí v níže uvedených případech ihned po:

- změně pracovního zařazení příslušné osoby,
- změně zdravotní způsobilosti,
- přerušení provádění činnosti na delší dobu než 3 měsíce, (např. při dlouhodobé nemoci atp.),
- změně pracovních postupů,
- změně zařízení (včetně osazení nových technologických prvků),
- zjištění porušení bezpečnostních nebo provozních předpisů. [12]

Pověření zaměstnanců k činnostem na elektrickém zařízení

System bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, jsou stanoveny činnosti, pro které je zaměstnanec písemně pověřen a je zde uveden i způsob pověření. V případě, že k vyjmenovaným činnostem není písemně pověřen, nesmí je vykonávat.

1.5 PRÁCE A OBSLUHA NA ELEKTRICKÉM ZAŘÍZENÍ DS A PS

Pro provádění úkonů na elektrickém zařízení DS se používají písemné pracovní příkazy, ve kterých je vymezeno pracoviště na elektrickém zařízení.

Běžné provozní postupy

Běžné provozní postupy jsou prováděny na základě vyhodnocení elektrického nebezpečí jen podle pracovních postupů při použití vhodného nářadí a výstroje. Běžné provozní postupy se vztahují na provozní činnosti a kontroly funkčního stavu (měření, zkoušení a revize). Provozní činnosti jsou rovněž manipulace.

Práce na elektrickém zařízení

Před započítím činnosti je vedoucím práce, vedoucím zajišťování/odjišťování stanoven pracovní postup. Stanovení může být provedeno odkazem na již existující pracovní postup z řídicí dokumentace, se kterým byli všichni zaměstnanci pracovní skupiny prokazatelně seznámeni. Pro složitou pracovní činnost je příprava provedena písemně a všichni zaměstnanci pracovní skupiny s ní jsou prokazatelně seznámeni. Stanovené postupy prací obsahují také požadavky na provedení ochranných opatření proti zranění el. proudem, před účinky zkratu a el. oblouku. Jestliže provedená ochranná opatření pro práce na elektrických zařízeních s ohledem na elektrické riziko nezajišťují bezpečnou práci, jsou provedena opatření splňující požadavky pro práci na elektrickém zařízení pod napětím. V pracovních postupech jsou na základě vyhodnocení rizik stanoveny:

- elektrotechnické kvalifikace a počty osob pro obsluhu příslušných elektrických zařízení,
- elektrotechnické kvalifikace a počty osob pro jednotlivé druhy pracovní činnosti na elektrických zařízeních a v jejich blízkosti,
- bezpečnostní opatření pro jednotlivé druhy činnosti (způsobu práce dle pokynů, nebo s dohledem, nebo pod dozorem).

Postupy při práci na elektrickém zařízení pod napětím a v blízkosti zařízení pod napětím jsou vztaženy ke dvěma definovaným zónám okolo nezakrytých živých částí, ochranného prostoru a zóny přiblížení. Pro všechny vybrané PPN vn musí být příprava práce předána předem v písemné formě,

což je schválený pracovní postup, Evidenční list pro PPN vn, Technologický list PPN vn a „Příkaz B-PPN“.

Údržba

Účelem údržby je udržet elektrické zařízení v požadovaném stavu. Údržba se skládá z:

- preventivní údržby, (viz Řád preventivní údržby), která je vykonávána na základě zkušeností se záměrem zabránit poruše a udržovat zařízení v provozním stavu.
- opravné údržby, kterou se opravují nebo nahrazují poškozené části. Výměna opotřeбенých nebo poškozených částí a odstraňování drobných závad je prováděna podle uzavřené smlouvy v rámci drobných oprav.

Každá zjištěná závada, která znamená bezprostřední nebezpečí, je odstraněna nebo vadné části jsou odpojeny a zajištěny proti opětovnému zapnutí.

Funkce dispečinku

Veškeré práce na elektrickém zařízení jsou prováděny ve spolupráci s dispečinkem a provádí se po odsouhlasení dispečerem. Postup při uvolňování zařízení DS. Dispečer komunikuje pouze s vedoucím zajišťování/odjišťování.

Bezpečné vzdálenosti

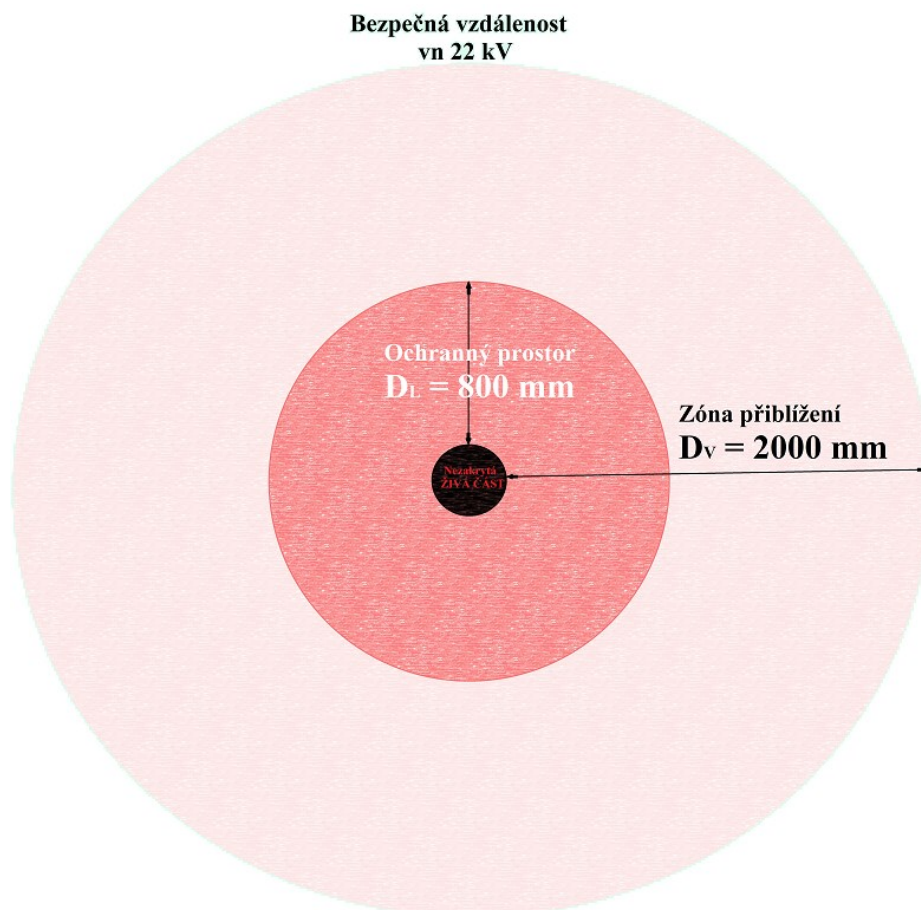
Pro stanovení správného pracovního postupu je základní podmínkou vzdálenost od živých částí elektrického zařízení. Stanovený pracovní postup je pak definován jako práce:

- bez napětí – práce a pohyb za hranicí zóny přiblížení (v bezpečné vzdálenosti)
- v blízkosti částí pod napětím – práce a pohyb mezi hranicemi ochranného prostoru a zóny přiblížení
- pod napětím – práce a pohyb uvnitř ochranného prostoru nebo práce, při které se zaměstnanec přímo dotýká částí zařízení pod napětím

Podle PNE 33 0000-6 je možné zvolit si vzdálenost, která vymezuje ochranný prostor a zónu přiblížení. Vybrat si je možné ze vzdáleností daných ČSN EN 50110–1 nebo ze vzdáleností, které vycházejí z naší dřívější národní praxe. [12]

1.6 BEZPEČNÉ VZDÁLENOSTI

Pro stanovení pracovních postupů, je důležitou podmínkou vzdálenost od živých částí neboli „bezpečná vzdálenost, zóna přiblížení a ochranný prostor“. Tyto vzdálenosti můžete vidět na obrázku uvedených níže.

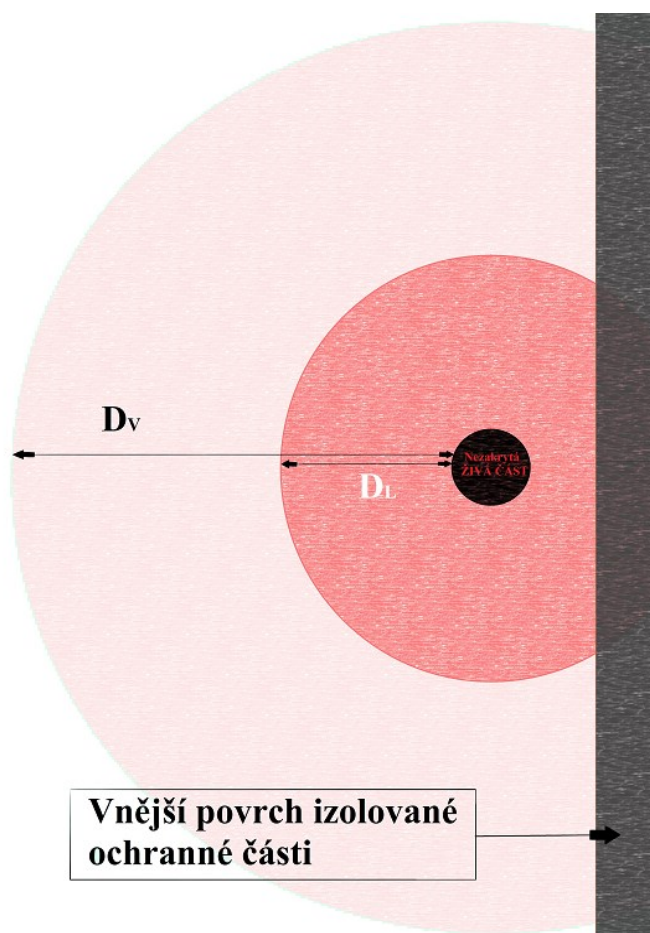


Obrázek 1-1: Vzdušné vzdálenosti a zóny pro pracovní postupy

D_L : Vzdálenost definující vnější hranici ochranného prostoru

D_V : Vzdálenost definující vnější hranici zóny přiblížení

Vzdálenost vyšší než je hodnota D_V je bezpečná vzdálenost. Prostor ve vzdálenosti vyšší než je hodnota D_L a nižší než je hodnota D_V je pro činnost v blízkosti živých částí. Prostor ve vzdálenosti nižší než je hodnota D_L je pro činnost PPN. Hodnoty D_V a D_L jsou uváděny jako hodnoty minimální. Mohou být osobou odpovědnou za elektrické zařízení zvětšeny nebo sníženy. Hodnoty D_V a D_L mohou být sníženy na polovinu. [7]



Obrázek 1-2: Ohraničení ochranného prostoru použitím izolované ochranné části

D_L : Vzdálenost definující vnější hranici ochranného prostoru

D_V : Vzdálenost definující vnější hranici zóny přiblížení

1.7 ZÁKLADNÍ ČLENĚNÍ PRACÍ NA ELEKTRICKÉM ZAŘÍZENÍ NEBO V JEHO BLÍZKOSTI

- Práce na zařízení pod napětím (běžné, vybrané práce a na zařízeních vypnutých, ale nezajištěných),
- Práce na zařízení bez napětí,
- Práce na zařízení v blízkosti napětí (elektrické = údržba a neelektrické práce).

Práce pod napětím

Práce pod napětím musí být v místech s nebezpečím požáru a výbuchu prováděny až poté, co se vyloučí nebezpečí požáru a výbuchu. Při práci musí být zajištěno stabilní postavení při práci, které

pracující osobě umožňuje mít obě ruce volné. Osoby musejí být vhodně oblečeny a mít odpovídající osobní ochranné prostředky a pomůcky. Nemají mít na sobě žádné kovové předměty například osobní šperky, jestliže je možné, že by tyto způsobily nahodilou poruchu či zranění. Pro zvyšování a udržování odbornosti a dovednosti osob znalých a poučených pro práci pod napětím musí být sestaven speciální výukový program. Po úspěšném absolvování školení musí být vydáno osvědčení, které potvrzuje, že osoby jsou způsobilé provádět práci pod napětím, pro kterou byly vyškoleny.

Práce na potenciálu

Práce, při které osoba vykonává práci v přímém styku s živými částmi, které mají potenciál těla a vhodnou izolaci proti okolí. Práce pod napětím musí být zakázána nebo přerušena při silném větru, špatné viditelnosti, nebo když osoby nemohou snadno ovládat nářadí. V případě blížící se bouřky nesmí být práce pod napětím zahájena nebo musí být přerušena. Při složité práci musí být zajištěno přímé komunikační spojení mezi pracovištěm a příslušným řídicím stanovištěm.

Práce na vzdálenost

Postup práce pod napětím. Práce, při které osoba zůstává v určité vzdálenosti od živých částí a vykonává práci např. izolovanými tyčemi.

Práce v dotyku

Postup práce pod napětím, při které osoba, jejíž ruce jsou chráněny izolačními rukavicemi, vykonává práci v přímém styku s živými částmi.

Práce na zařízení bez napětí

Jsou to práce na elektrických zařízeních ve výstavbě, které ještě nebylo připojeno na napětí, není v blízkosti zařízení pod napětím a nemůže se na něm vyskytovat indukované napětí. Pro zajištění spolehlivého odpojení elektrického zařízení, musí být dodrženo pět základních požadavků:

- Úplné odpojení
- Zabezpečení proti opětovnému zapnutí,
- Ověření beznapěťového stavu,
- Uzemnění a zkratování,
- Ochranná opatření proti vlivům zařízení, která jsou v blízkosti a pod napětím. [11]

1.8 ÚDRŽBA

Hlavním účelem údržby je udržet zařízení v požadovaném stavu. Údržba může sestávat z preventivní údržby, která je vykonávána na základě zkušeností, se záměrem zabránit poruše a udržovat zařízení v provozním stavu, nebo opravné údržby, kterou se opravují nebo nahrazují

poškozené části. *“Každá zjištěná závada, která znamená bezprostřední nebezpečí, musí být odstraněna nebo vadné části musí být odpojeny a zajištěny proti opětovnému zapnutí.”* [18]

V případě dočasného přerušení údržbových prací, musí vedoucí práce provést nezbytná opatření, k zabránění přístupu k nezakrytým živým částem a neoprávněnému provozu elektrického zařízení. [11]

2 Řád preventivní údržby

Provozovaná elektrická rozvodná zařízení distribuční soustavy jsou ve smyslu platných zákonných předpisů považována za vyhrazená elektrická zařízení. Proto jejich bezpečnost a spolehlivost musí být ověřována revizemi a průběžně musí být prováděna údržba včetně kontrol ve stanovených lhůtách a ve stanoveném rozsahu. Dle ČSN 331500 mohou být pravidelné revize nahrazeny průběžně prováděnými údržbovými úkony včetně kontrol stanovených ve vlastním řádu preventivní údržby. Norma PNE 33 0000-3 řeší kontroly podle řádu preventivní údržby.

Účelem kontroly elektrických rozvodných zařízení je průběžné ověřování jejich stavu z hlediska bezpečnosti a spolehlivosti. Tyto požadavky jsou splněné, pokud elektrické zařízení odpovídá příslušným ustanovením této normy, ostatních souvisejících technických norem a právním předpisům. Kontroly elektrických zařízení mohou provádět pouze pověřeni pracovníci s příslušnou kvalifikací, kterou pro danou činnost požaduje norma PNE 33 0000-6.

2.1 ZÁKLADNÍ POJMY

Bezpečnost elektrických zařízení

Schopnost elektrického zařízení neohrožovat lidské zdraví, hospodářská zvířata, nebo majetek a okolní prostředí za stanovených podmínek provozu elektrickým proudem, nebo napětím, nebo jevy vyvolanými účinky elektřiny. Tento pojem zahrnuje i protipožární bezpečnost a hlediska možného vzniku požáru působením proudu, napětí, nebo jevy vyvolanými účinky elektřiny.

Preventivní údržba

Preventivní údržba - kombinace všech technických a administrativních činností zaměřených na udržení provozuschopného a bezpečného stavu elektrického zařízení prováděných v souladu se stanoveným plánem.

Prohlídka elektrického zařízení (pochůzková kontrola)

Činnost prováděná na elektrickém zařízení zpravidla bez nutnosti vypínání, při které se zjišťuje technický stav provozovaného zařízení a jeho okolí včetně dodržení ochranného pásma (vizuální, sluchové periodické vyšetření elektrického zařízení) a podmínek, za kterých bylo zařízení uvedené do provozu, pro zjištění jeho stavu dle vnějšího vzhledu při dodržení bezpečných vzdáleností. Výsledky prohlídky jsou podkladem pro zkoušení, měření a následné odstraňování závad. [8]

Údržba (běžná údržba)

Souhrn činností zaměřených na udržení provozuschopnosti a bezpečnosti elektrického zařízení. Dle charakteru zařízení se provádí:

- na zařízení mimo provoz (bez napětí),
- na zařízení za provozu (pod napětím).

Zjištěné závady menšího rozsahu nevyžadující složitá organizační a technická opatření nebo dodávky specifického materiálu, budou odstraněny současně při realizaci daného pracovního postupu ŘPÚ. Náklady spojené s odstraňováním těchto závad budou kontovány stejně jako provádění ŘPÚ na stejnou zakázku. Při provádění běžné údržby na zařízení mimo provoz je doporučeno současně dle technických a časových možností odstranit závady zjištěné při úkonech prohlídky a diagnostických měření.

Zkoušení

Činnost prováděná na elektrickém zařízení, kterou se má prokázat funkčnost zařízení.

Měření

Zjišťování hodnot nutných pro posouzení stavu zařízení pomocí vhodných měřících přístrojů.

Diagnostické zkoušky - diagnostika

Porovnání parametrů zařízení s referenčními hodnotami měřením a zkouškami pro ověření stavu jejich bezpečnosti a provozuschopnosti. Dle charakteru diagnostických zkoušek v návaznosti na přístrojové vybavení měřící a diagnostickou technikou se tyto provádí:

- na zařízení za provozu (pod napětím),
- na zařízení mimo provoz (bez napětí).

Funkční zkoušky

Funkční zkoušky – ověření funkčnosti zařízení.

Práce pod napětím

Jedná se o vybrané práce, které jsou prováděny podle vypracovaných a schválených pracovních postupů v oblasti údržby, oprav a montáže rozvodného zařízení. Pracovní postupy pro provádění práce pod napětím na elektrických zařízeních jsou uvedeny v příslušných řídicích dokumentech dodavatelů prací.

Elektrické zařízení

Zařízení, které ke své činnosti využívá působení účinků elektrických nebo elektromagnetických jevů. Elektrická zařízení nebo jejich části se skládají z elektrických obvodů, elektrické instalace a elektrických předmětů. [8]

Rozvodné zařízení

Rozvodná zařízení jsou zařízení pro rozvod, jištění, měření a kontrolu elektrické energie a pro řízení elektrických obvodů, tj. jejich spínání a přepínání. Mohou být řešena jako rozvodny, rozváděče nebo rozvodnice.

Elektrická síť

Soubor jednotlivě vzájemně propojených elektrických stanic, venkovních a kabelových vedení pro přenos a rozvod elektrické energie. Slouží jako spojovací článek mezi výrobou a spotřebou elektrické energie.

Elektrizační soustava

Elektrizační soustava je vzájemně propojený soubor zařízení pro výrobu, přenos, transformaci a distribuci elektřiny, včetně elektrických přípojek, přímých vedení, a systémy měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky, a to na území České republiky.

Rozvodná soustava

Část elektrizační soustavy, která slouží k rozvádění elektrické energie.

Distribuční soustava

Distribuční soustavou se rozumí vzájemně propojený soubor vedení a zařízení o napětí 110 kV, s výjimkou vybraných vedení a zařízení o napětí 110 kV, která jsou součástí přenosové soustavy, a vedení a zařízení o napětí 0,4/0,23 kV, 1,5 kV, 3 kV, 5 kV, 6 kV, 10 kV, 22 kV, 25 kV nebo 35 kV sloužící k zajištění distribuce elektřiny na vymezeném území České republiky, včetně systémů měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky včetně elektrických přípojek ve vlastnictví provozovatele distribuční soustavy; distribuční soustava je zřizována a provozována ve veřejném zájmu.

Elektrické vedení

Uspořádání vodičů, izolačních materiálů a konstrukcí pro přenos elektrické energie mezi dvěma body elektrické sítě.

Venkovní elektrické vedení

Elektrické vedení, jehož vodiče jsou vedeny nad zemí obvykle pomocí izolátorů nebo speciálních svorek a vhodných podpěrných bodů.

Úložné kabelové vedení

Elektrické vedení s izolovanými vodiči uložené přímo v zemi, kabelových kanálech, trubkách, žlabech apod. [8]

Elektrická stanice

Elektrická stanice je souhrn staveb a zařízení v uzlech elektrizační soustavy, který umožňuje transformaci elektrické energie na jiné napětí a její rozvod nebo rozvod elektrické energie se stejným napětím. Všeobecně zahrnuje prostředky nutné pro bezpečnost a řízení soustavy (např. ochrany).

Elektrická spínací stanice

Je elektrická stanice obsahující souhrn staveb a zařízení umožňující spínání elektrických obvodů (vedení) stejného jmenovitého napětí na hladině vn a stejné proudové soustavy. Je vybavená spínacími přístroji a to minimálně jedním vypínačem s příslušnými ochranami a případně dálkovým ovládáním. Může být vybavena transformátorem vn/nn vlastní spotřeby nebo v případě ekonomické výhodnosti i distribučními transformátory.

Transformovna

Elektrická stanice obsahující výkonové transformátory propojující dvě nebo více sítí o rozdílných napětích.

Rozvodna

Hlavní obvody rozvodného zařízení, které jsou spolu s potřebnou částí řídicího systému a pomocných zařízení umístěny ve vnitřním nebo venkovním prostoru.

Stanoviště transformátoru

Vnitřní nebo venkovní prostor provedený podle požadavků na provoz transformátoru a na ochranu okolí před nebezpečnými škodlivými vlivy v něm umístěného transformátoru.

Pole rozvodny

Pole rozvodny je část prostoru ve venkovní nebo vnitřní rozvodně, ve kterém jsou umístěny přístroje a zařízení odbočky.

Kobka rozvodny

Pole rozvodny oddělené od ostatních částí rozvodny požárně odolnými konstrukcemi. Pod pojmem „Kobka vn“ je pro účely plánování úkonů za jednu kobku považováno též stanoviště transformátoru vn/nn.

Stožárová DTS vn/nn

Pod tímto pojmem jsou pro účely tohoto řádu preventivní údržby zahrnuty venkovní distribuční transformovny v provedení na betonových sloupech nebo příhradových stožárech.

Věžová koncová DTS vn/nn

Pod tímto pojmem jsou pro účely tohoto řádu preventivní údržby zahrnuty venkovní distribuční transformovny ve zděném věžovém (komínovém) provedení. [8]

Kompaktní DTS vn/nn

Ve výrobním závodě kompletně zhotovená a typově zkoušená sestava vybavená kompaktním rozváděčem vn nebo „MIKROBLOKEM“.

Kobková DTS vn/nn

Pod tímto pojmem jsou pro účely tohoto řádu preventivní údržby zahrnuté transformovny v samostatných budovách a vestavěné transformovny v obytných, průmyslových, obchodních a podobných budovách (např. sklepní transformovny), které na základě své výzbroje nepatří mezi DTS kompaktní.

Zděná DTS vn/nn s kompaktním rozvaděčem vn

Pod tímto pojmem jsou pro účely tohoto řádu preventivní údržby zahrnuty kobkové DTS, které byly po rekonstrukci vybaveny kompaktním rozvaděčem vn nebo „MIKROBLOKEM“.

DTS kobková/kompaktní smyčka vn

Pod tímto pojmem jsou pro účely tohoto řádu preventivní údržby zahrnuty kobkové / kompaktní DTS, které jsou na straně vn vybaveny jedním přívodním a jedním vývodovým polem vn (smyčkou vn).

Revize elektrických zařízení

Činnost prováděná na elektrickém zařízení, při které se prohlídkou, měřením a zkoušením zjišťuje stav elektrického zařízení z hlediska jeho bezpečnosti v souladu s ustanoveními uvedenými v ČSN 33 1500 v platném znění. Ve smyslu PNE 33 0000-3 čl. 2.1 je účelem revize a kontroly rozvodných elektrických zařízení ověření jejich bezpečnosti a spolehlivosti. Revize elektrického zařízení se zpracováním zprávy o revizi (výchozí a pravidelné) provádí revizní technik s elektrotechnickou kvalifikací dle § 9 vyhlášky č. 50/1978 Sb. v platném znění.

2.2 PRACOVNÍ POSTUPY

Nedílnou součástí Řádu preventivní údržby jsou pracovní postupy uvedené. Na konkrétním zařízení se ve většině případů provádí i více druhů pravidelných kontrol a údržby v různých cyklických intervalech. Pravidelné kontroly a údržby provádí ve stanovených lhůtách pouze pracovníci s příslušnou elektrotechnickou kvalifikací ve smyslu Vyhlášky ČÚBP a ČBÚ číslo 50/1978 Sb. (v platném znění) pověřeni touto činností. Právnické a fyzické osoby provádějící v DS revize a kontroly musí mít příslušná oprávnění k činnosti a osvědčení odborné způsobilosti, mít k dispozici potřebné informace o zařízení DS, být vybaveny potřebnými ochrannými a pracovními pomůckami i měřicím a zkušebním zařízením. Musí být učiněna bezpečnostní opatření, zamezující během údržby ohrožení osob, majetku a zařízení. [8]

Závazná struktura PP:

- blok revidovaného zařízení,
- název PP,
- prováděcí lhůta,
- číslo PP – ID,
- měrná jednotka.

2.2.1 Lhůty pracovních postupů

Pracovní postupy a lhůty předepsané v Řádu preventivní údržby jsou závazné a maximální, lhůty lze prodloužit výjimečně, především na základě schválených metod údržby (za podmínky dodržení platných předpisů). Preventivní údržba, jejíž lhůta je delší než 1 rok, musí být provedena nejpozději v roce, do kterého spadá konec stanovené lhůty od doby provedení poslední preventivní údržby. U elektrických zařízení, která nelze ze závažných společenských, národohospodářských nebo technologických důvodů uvolnit z provozu, se pravidelná údržba může provést i po uplynutí stanovené lhůty, a to při nejbližším možném přerušení provozu, nejpozději však v roce následujícím po uplynutí stanovené lhůty. V případě lhůt rovných nebo kratších než jeden rok nesmí doba mezi dvěma realizacemi údržbového výkonu překročit dvojnásobek stanovené lhůty (např. u lhůty 1 měsíc nesmí doba překročit 2 měsíce a rovněž nesmí být kratší než 2 týdny).

Pro období let 2012 až 2018 se zavádí přechodné období, ve kterém je povoleno jednorázově překročit maximální lhůtu u vybraných pracovních postupů o 1 rok (platí pouze pro postupy s periodou delší než 1 rok). Důvodem pro toto přechodné období je sladit lhůty jednotlivých pracovních postupů u prvků distribučního zařízení, které mají logickou technologickou návaznost, a omezit tím dopady zvýšeného omezování dodávky elektrické energie zákazníkům.

2.3 ZÁZNAMY O PROVEDENÝCH KONTROLÁCH

O výsledcích pravidelných kontrol se musí provádět písemné záznamy potvrzené podpisy pověřených pracovníků. Vybrané údaje (např. Diagnostické protokoly, fotografie zjištěných závad apod.) jsou prováděny a evidovány v elektronické podobě jako příloha písemných záznamů o provedené kontrole dle ŘPÚ ČEZ Distribuce, a.s. Záznamy musí obsahovat zejména naměřené hodnoty a závěrečné stanovisko, zda elektrické zařízení je schopno bezpečné provozu, dále budou evidovány zjištěné závady, kdo činnost provedl a vyhodnotil. U zařízení podléhajících kontrolní činnosti kratší jednoho roku je možné zaznamenat předepsanou kontrolní činnost do speciálních dokumentů - např. Provozní deník. Výsledky pravidelných kontrol budou zaznamenávány v příslušných hlášeních TIS na záložce „vyhodnocení“, písemné záznamy (formuláře) musí být uloženy u společnosti (útvary) pověřeného výkonem ŘPÚ do další pravidelné kontroly. [8]

Typy záznamů:

- Záznam o provedené kontrole,
- Zpráva o revizi elektrických zařízení,
- Zpráva o revizi tlakového zařízení,
- Zpráva o revizi plynového zařízení.

Jedná se o písemný doklad o provedení preventivní údržby, tj. prohlídky, údržby nebo diagnostiky a jejím výsledku (dále jen „ZPK“). Obsahuje popis současného stavu zařízení z hlediska jeho provozuschopnosti a bezpečnosti, dále jsou v něm evidovány zjištěné závady, kdo činnost provedl a vyhodnotil. ZPK se tiskne před vlastní kontrolou zařízení z TIS a pracovník provádějící kontrolu má ZPK s sebou na pracovišti. [8]

Záznamy o provedené kontrole musí obsahovat:

- určení druhu kontroly,
- vymezení rozsahu zařízení, na kterém byla kontrola provedena (region, označení rozvodny, vedení, čísla pole, název vývodu, typu přístroje a jeho sériového čísla, SJZ, apod.),
- datum zahájení a ukončení kontroly,
- druh provedených úkonů (prohlídka, měření, zkoušky,),
- naměřené hodnoty a výsledky zkoušek včetně popisu použitých metod a použitých přístrojů – pokud neexistuje jiná forma diagnostického protokolu,
- popis všech provedených preventivních zásahů (včetně veškerých manipulací s SF6 a olejem, v případě výměny oleje se musí také uvést typ vyměněného oleje). Popis může být jejich výčtem nebo pouze odkazem na příslušné PP,
- označení slovem „ano“ do sloupce Provedeno u všech činností, které provedeny byly, pokud ZPK sloupec obsahuje,
- označení slovem „ne“ do sloupce Provedeno u všech činností, které provedeny nebyly, pokud ZPK tento sloupec obsahuje,
- soupis již evidovaných neodstraněných závad,
- soupis nově zjištěných závad, a zda byla nebo nebyla v rámci ŘPÚ odstraněna,
- hodnocení stavu zařízení, pokud toto hodnocení ZPK obsahuje,
- závěrečné prohlášení s uvedením, zda zařízení je nebo není schopno bezpečného provozu,
- jméno, datum a podpis pracovníka odpovědného za provedení kontroly na zařízení,

- jméno, datum a podpis pracovníka odpovědného za vyhodnocení a ukončení kontroly v TIS.

Pokud je součástí kontroly také diagnostický protokol, musí být jeho elektronická forma přiložena k hlášení do TIS na záložce „dokumenty“. Netýká se termovize a výbojů, pokud nebyly zjištěny žádné závady.

2.3.1 Zpráva o pravidelné revizi elektrických zařízení

Jedná se o písemný a elektronický doklad o výsledku revize, z něhož je patrný stav elektrického zařízení z hlediska bezpečnosti v době vykonávání revize.

Zpráva o revizi elektrických zařízení musí obsahovat zejména:

- určení druhu revize,
- vymezení rozsahu revidovaného elektrického zařízení (region, označení rozvodny, vedení, čísla pole, názvu vývodu, typu přístroje a jeho sériového čísla, SJZ apod.)
- soupis použitých přístrojů,
- soupis provedených úkonů (prohlídky, měření, zkoušky),
- soupis zjištěných závad,
- závěrečné prohlášení s uvedením, zda zařízení je nebo není schopno bezpečného a spolehlivého provozu,
- datum zahájení a ukončení revize, vypracování a předání zprávy o revizi,
- jméno a podpis revizního technika s jeho evidenčním číslem,
- naměřené hodnoty.

Zpráva o revizi musí být přístupná orgánům státního odborného dozoru. Pokud se při sestavení zprávy o revizi využívá písemných dokladů, musí zpráva obsahovat jejich seznam a místo jejich uložení. Při revizi prováděné dodavatelským způsobem musí být všechny tyto doklady součástí zprávy o revizi. Zpráva o pravidelné revizi musí být uložena nejméně do vyhotovení následné zprávy o pravidelné revizi. Zprávy o provozních revizích musí být uloženy u provozovatele po dobu nejméně 6 let. [8]

2.4 PROVOZNÍ NÁKLADY ŘPÚ

Za provozní náklady Řádu preventivní údržby stanovíme roční náklady na jednotlivé pracovní postupy venkovního vedení vn:

- pochůzková kontrola vedení,
- měření uzemnění,
- kontrola spínacích prvků kontrola proudových spojů (termovize),
- údržba stromů a jiných porostů.



Obrázek 2-1: Zajištění pracoviště ze všech stran možného napájení [17]

3 Prvky distribuční sítě.

K nejvýznamnějším prvkům distribučních sítí patří rozvodny, transformovny a elektrická vedení.

3.1 VENKOVNÍ A KABELOVÁ VEDENÍ

V elektrizační soustavě České republiky u vn jsou tyto hladiny napětí 3,6,10,22,35 kV. U nízkého napětí 0,4/0,23 kV. Rozvodné sítě vn a nn můžeme rozdělit do dvou hlavních skupin a to na vedení venkovní a kabelová.

3.1.1 Venkovní vedení

Je energetické zařízení určené k přenosu elektrické energie, kde je ochrana před nebezpečným dotykem řešena polohou. Nejčastěji se využívá v obcích, okrajích větších měst a v místech, kde je nižší hustota zástavby.

Je tvořeno podpěrnými body, konzolami, izolačními prvky a vodiči. Základním parametrem, určující volbu vodiče, jsou elektrické a mechanické parametry:

- Malá hmotnost z důvodu zatížení nosných částí vedení,
- Velká elektrická pevnost,
- Odolnost vůči chemickým vlivům,
- Malé pořizovací náklady.

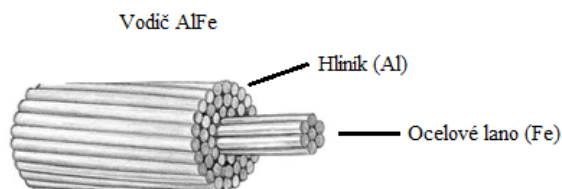
Venkovní vedení vn

Začíná na průchodkách zděných rozvodn vvn/vn nebo svodem z kabelového vývodu z rozvodny a končí v transformačních stanicích, na koncovkách kabelového svodu, na svorkách ze kterých vedení pokračuje na vedení kabelové.

Rozdělení z hlediska způsobu provozování:

- Hlavní vedení (vycházející z transformovny vvn/vn),
- Okružní vedení (napájení ze dvou stran),
- Vedení paprsková (odbočky a přípojky).

U vysokého napětí je nejčastěji používaný materiál hliník (Al), jeho nevýhodou je malá pevnost a proto se vyrábí s kombinací ocelového lana těchto typů: AlFe 42/7, AlFe 70/11-1, AlFe 110/22, AlFe 180/31. [11]



Obrázek 3-1: Vodič AlFe [19]

Slaněné závěsné kabely používají zřídka. Tvoří je tři žilové vodiče, s plnou izolací a stíněním, v jejichž středu je umístěné nosné ocelové lano, které je také používáno k upevnění k podpěrnému bodu.

Třetím typem jsou jednoduché izolované vodiče, které tvoří slitina hliníku a základní izolace, přičemž je toto vedení z hlediska ochrany před nebezpečným dotykem živých částí považováno za vedení bez ochrany. Využití je v místech, kde je požadavek na zúžení ochranného pásma.

Venkovní vedení NN 0,4/0,23 kV

Stejně jako u vedení VN, se u vedení nízkého napětí používají vodiče AlFe, které jsou v České republice nejčastěji nahrazovány vodiči AES, což je čtyřvodičový systém, který je tvořen čtyřmi hliníkovými, slaněnými vodiči stejného průměru, navzájem odizolovanými. Jednotlivé fáze jsou rozlišeny různým počtem podélných výstupků podél celé délky vodiče, kromě ochranného. Průřez vodičů se pohybuje v rozmezí $16-120\text{mm}^2$. Jsou určeny pro max. hodnotu napětí do 1kV.



Obrázek 3-2: Čtyřvodičový systém AES [19]

Druhy provedení vodičů AES:

- Dvoužilový systém,
- Čtyřžilový systém,
- Čtyřžilový systém s přidavnou žilou,
- Čtyřžilový systém s přidavnými dvěma žilami.

Výhody izolovaných vodičů AES:

- Větší přenosové schopnosti vedení,
- Snížení mechanického namáhání podpěrných bodů sítě,
- Při rekonstrukci je možnost využití stávajících podpěrných bodů,

- Omezení průseků a oklešťování stromů,
- Rychlá a jednoduchá montáž.

3.1.2 Kabelová vedení

Kabelové vedení je provedeno kabely určenými pro pokládku do země. Toto vedení vn a nn se nejčastěji využívá v místech, kde výstavba venkovního vedení není možná z důvodu zastavěné plochy, nejčastěji v městských aglomeracích. Využití tohoto vedení je ovšem i mimo města a to v místech, kde z prostorových a bezpečnostních důvodů nemůžeme uplatnit vedení venkovní. Kabelové vedení má několika násobně vyšší cenu oproti venkovnímu vedení. Často se tedy provádí kombinace kabelového a venkovního vedení u vn i nn. Nejčastěji používaný materiál je hliník (Al). Při rekonstrukcích a poruchách nejčastěji nahrazujeme kabely s papírovou a olejovou izolací, za kabely polyetylenové, které dosahují vyšší elektrické pevnosti. [10]

Kabelová vedení vn

Kabelová vedení vn začínají u vývodů z rozvodn vysokého napětí nebo svodem z venkovního vedení a končí svodem na venkovní vedení nebo v koncové transformační stanici. Ukládání kabelů se provádí podle projektové dokumentace, ve které jsou vyřešeny křížení a souběhy s jinými inženýrskými sítěmi. Nejčastěji používaný kabel je AXEKVCEY.

Použití AXEKVCEY:

Jednožilový distribuční kabel pro vnitřní i venkovní použití v 3fázovém uspořádání. Instalace do trubek a pokládka do země/vzduchu. Plní požadavky PNE 34 76 25, je možno používat v prostoru IV, V a VI podle PNE 33 0000-2. [10]



Obrázek 3-3: AXEKVCEY [19]

1. Jádro: kulaté a komprimované
2. Dolní polovodiivá vrstva
3. Izolace
4. Horní polovodiivá vrstva

5. Vodu blokující páska
6. Žíhané měděné dráty
7. Plášť
8. Ochranný plášť

Kabelová vedení nn

Kabelové vedení nízkého napětí začíná vývodem z transformačních stanic a končí v přípojkové skříni odběratele, v pilířích a ve skříních VRIS umístěných na podpěrných bodech, ze kterých mohou být dále napojena na vedení venkovní. Kabelové sítě nn se budují tam, kde není možno realizovat vedení venkovní. V městech s vysokou hustotou zástavby se provozuje síť mřížová, která je v bezporuchovém stavu zapojena jako síť paprsková nebo okružní. [10]

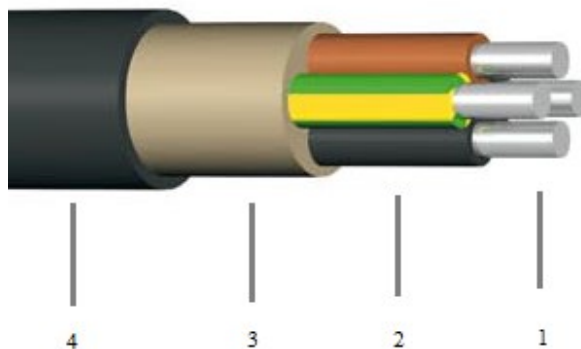
Hlavní kabelová vedení nn se nejčastěji realizuje jako vedení okružní, které se provádí smyčkováním kabelových skříní. Odbočení ze stávající smyčky se provádí vsazením kabelové skříně nebo pilíře do dané smyčky. Odbočování pomocí T-spojek (táčkování) se v regionu Morava nevyužívá. [4]

Členění kabelových sítí:

- Hlavní – Nejčastěji se provádí vodiči AYKY 3x240+120, AYKY 3x120+70 v provedení se sektorovým, slaněným jádrem SM,
- Odbočky – AYKY 3x120+70 SM, AYKY 4x70-jádro kruhové plné RE,
- Přípojky – AYKY 4x25,4x16, využití mědi, kabel CYKY 4x10. [3]

Konstrukce kabelu AYKY:

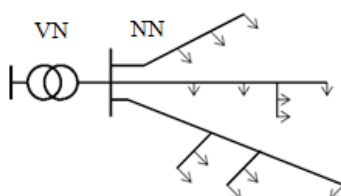
1. Al jádro (RE, RM, SM)
2. Izolace (PVC)
3. Obal (plastová páska nebo výplňová guma)
4. Plášť (PVC černý, odolný proti UV záření)



Obrázek 3-4: kabel AYKY [19]

Paprsková síť

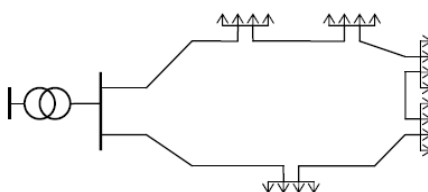
Používá se jak u kabelového, tak u venkovního vedení. V napětových hladinách vysokého i nízkého napětí. U této sítě vychází jeden vývod z napájecího místa, v případě poruchy na kabelu dochází k přerušení dodávky elektrické energie. [1]



Obrázek 3-5: Paprsková síť[17]

Okružní síť (jeden napáječ)

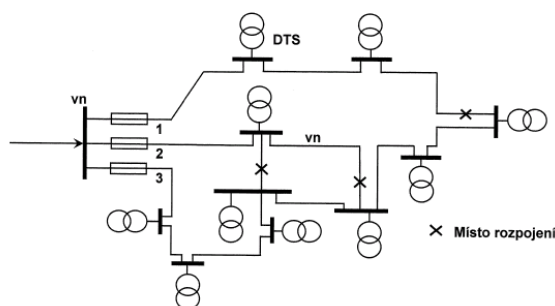
Používá se jak u kabelového, tak u venkovního vedení. V napětových hladinách vysokého i nízkého napětí. Mají větší spolehlivost dodávky elektrické energie než síť paprskové, ale zato jsou finančně náročnější. V případě poruchy dochází k přerušení dodávky elektrické energie na dobu, která je potřebná k vymanipulování poruchy. [1]



Obrázek 3-6: Okružní síť (jeden napáječ) [17]

Okružní síť (více napáječů)

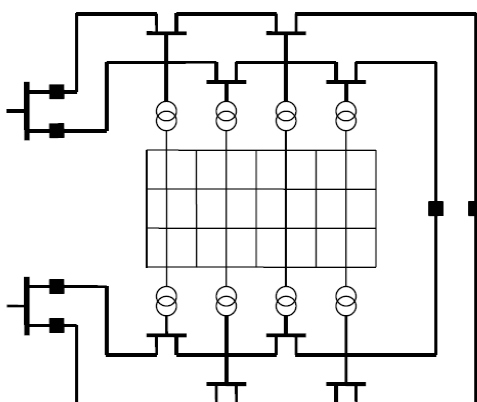
Je tvořena několika napájecími vedeními (max. 4), které jsou navzájem zapojeny do kruhu. Využití zejména u kabelového vedení. [1]



Obrázek 3-7: Smyčková síť (více napáječů) [17]

Mřížové síť

Používá se u kabelových sítí nízkého napětí, v České republice se u VN nepoužívají. Provádí se pro napájení větších měst s 3 až 5 napájecími vedeními. Díky těmto sítí můžeme zaručit vysokou spolehlivost dodávky elektrické energie. [1]



Obrázek 3-8: Mřížová síť [17]

3.2 PODPĚRNÉ BODY VENKOVNÍCH VEDENÍ

Betonové a dřevěné sloupy, příhradové stožáry patří mezi základní konstrukční prvky venkovního vedení. Za podpěrné body můžeme považovat konstrukci příhradové trafostanice i části budov, ke kterým jsou upevněny konzole a střešníky. Hlavním úkolem podpěrného bodu je dostát silového působení, které je na něj kladeno a splnit požadavky na bezpečný provoz.

Betonové sloupy

Betonové sloupy jsou v současnosti nejpoužívanější podpěrné body. Jejich hlavní výhodou je dlouhá životnost. Vyrábějí se z ocelové konstrukce, která je zalitá betonem. O délkách 9 až 13,5 m a dovolených vrcholových sil 3 až 25 kN. Betonové sloupy se mohou realizovat jako zdvojené, přičemž získávají dvojnásobné vrcholové namáhání. Vrcholy sloupu se vybavují plastovými čepičkami proti zatékání vody. [3]

Podle použití ve vedení rozlišujeme:

- Nosné, průběžné,
- Rohové,
- Odbočné,
- Koncové.

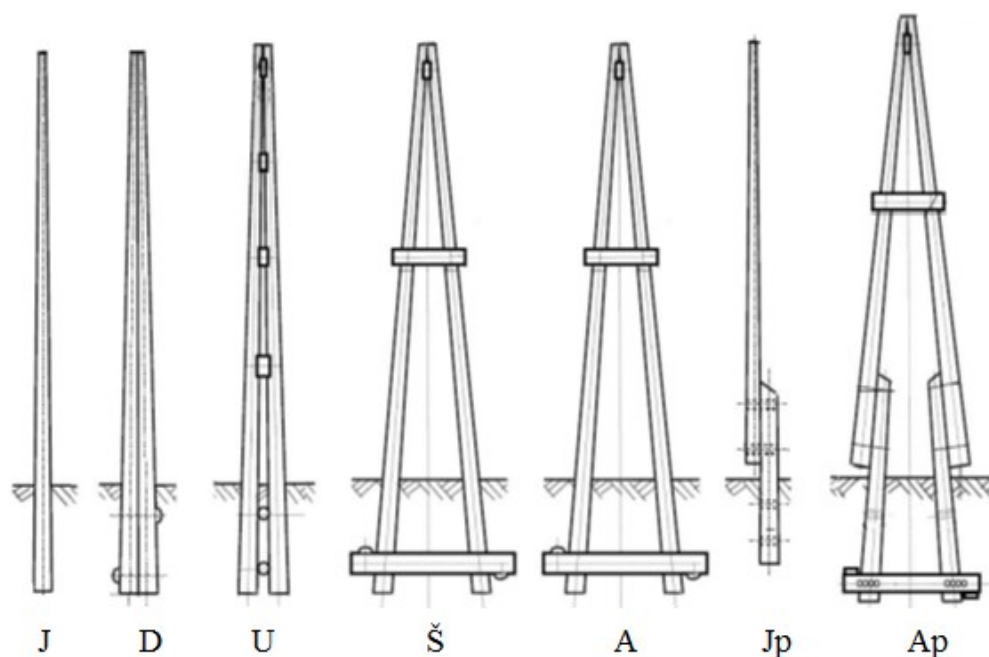
Příhradové stožáry

Hlavní využití příhradových stožárů je zejména u vedení velmi vysokého napětí. U vysokého napětí se tyto stožáry využívají z důvodu zvýšení vedení do vyšších poloh a při vysokých vrcholových silách. Nevýhody těchto podpěrných bodů jsou vysoké náklady a oxidace konstrukce, tu se však snažíme zabránit žárovým zinkováním. Vyrábějí se o délkách 12 až 24 m a dovolených vrcholových sil 12 až 80 kN. [3]

Dřevěné sloupy

Dřevěné sloupy se hlavně používají jako podpěrné body v místech, kde je znemožněný přístup pro mechanizaci, potřebnou k postavení betonových sloupů. Jejich nevýhodou je krátká životnost způsobená hnilobou. Můžeme je použít pro vedení všech druhů vodičů. Důležité využití v lesních průsecích. Dřevěné sloupy dělíme na sloupy určené k montáži na betonovou patku a sloupy určené přímo do země (část v zemi musí být hloubkově impregnována). Dřevěné sloupy se realizují jako jednoduché nebo pro zvýšení vrcholových tahů jako zdvojené. Namáhání na vrcholu se pohybuje od 5 až 15 kN. Vrchol sloupu musí být seřezán do tvaru stříšky, na které je umístěna PVC krytka proti stékající vodě.

Dřevěné sloupy rozlišujeme podle způsobu provedení na typy J (p), D (p) U (p), A (p) a Š (p), kde *p* znamená montáž na železobetonovou patku.



Obrázek 3-9: Druhy dřevěných sloupů [17]

Ocelové sloupy

Tyto sloupy jsou svařovány z ocelového plechu, mají konický tvar. Výhodou jsou jejich nízké náklady a dlouhá životnost. V dnešní době se nevyužívají.

- Střešníky – Jsou to ocelové trubky upevněné do částí domů. Zvýšení jejich nosnosti docílíme při kombinaci s kotvou nebo vzpěrou.
- Konzoly – Jsou to ocelové konstrukce, které jsou zasekané do části domu.

Tyto podpěrné body se nejčastěji využívají k ukončení venkovního vedení pro přípojky k odběratelům, montáž hlavních linek se tímto způsobem provádí ve výjimečných případech. [11]

3.3 ODPÍNAČE A ODPOJOVAČE PRO VENKOVNÍ POUŽITÍ

V současné době je celosvětovým trendem rozvoj provádění prací pod napětím, které vedou ke značným úsporám. Tento trend je zaznamenáván i v ČR. Výhoda těchto prací spočívá v tom, že jsou eliminovány jak škody u odběratelů, způsobené přerušením dodávky elektrické energie, tak i škody u distributorů energie reprezentované ušlým ziskem. Zejména u odběratelů s nepřetržitými provozu působí každý výpadek či přerušení velké ztráty. Tato problematika není cílem diplomové práce.

3.3.1 Odpínač

Je elektrický přístroj, který slouží k zapojování a odpojování elektrických obvodů do jmenovité zátěže a k viditelnému odpojení elektrických zařízení od napájecího napětí. Používá se pouze pro vn, je ručně nebo dálkově ovládán.

Venkovní odpínače s pružinovým zhášecím mechanismem

DRIBO Flc

- jednopólové a trojpólové provedení
- jmenovité napětí 25 a 38,5 kV
- jmenovitý proud 400 a 630 A

Odpínače DRIBO Flc jsou pro vypínání vybaveny pružinovým zhášecím mechanismem. U těchto odpínačů bylo dosaženo spínání elektrického proudu bez souvislého volně hořícího oblouku. Další předností nového systému je nová konstrukce kontaktů s větší zkratovou zapínací schopností.

DRIBO Flc GB – mezi značné výhody těchto odpínačů odvozené od typu DRIBO Flc patří umožnění práce pod napětím, zjednodušení montáže na sloup a usnadnění manipulace snížením hmotnosti přístroje. Odpínače DRIBO Flc GB byly konstruovány již s ohledem na možnost používání omezovačů přepětí. Blíže popsán v páté kapitole. [15]

UO 22 (SEZ Krompachy)

- jmenovité napětí 25 a 38,5 kV
- jmenovitý proud 200 a 400 A
- vypínací proud 40 A
- dynamická odolnost 31,5 kA
- Hmotnost 380-490 kg

Jedná se o starší typ odpínače, v dnešní době se podobné prvky do sítě nevkládají a to z důvodu nižších vypínacích a jmenovitých proudů a vysoké hmotnosti, se kterou je spojena vyšší náročnost na montáž a demontáž přístroje, náročnost na údržbu a kratší životnost.



Obrázek 3-10: Odpínač UO 22 (SEZ Krompachy)-takzvaný pavouk [17]

Venkovní odpínače s maloolejovými zhášecími komorami

- Fla 15/60 jednopólové a trojpólové provedení
- jmenovité napětí 25 a 38,5 kV
- jmenovitý proud 400 a 630 A

Rám je vyroben z ocelových profilů, které jsou proti korozi chráněné žárovým zinkováním. Žárovým zinkováním jsou chráněny i hřídele odpínačů uložené v bronzových ložiskách a všechny ostatní ocelové díly včetně ověšení. Spínání probíhá v těsně uzavřené zhášecí komoře naplněné ekologicky nezávadným olejem SHELL. Přičemž do ovzduší nejsou vylučovány žádné zplodiny hoření. Po dobu 16 let jsou zhášecí komory odpínačů bezúdržbové. Všechny proudovodné díly odpínačů jsou vyrobeny z galvanicky postříbřené elektrolytické mědi. Odpínače jsou dodávány s podpěrkami z cykloalifatické pryskyřice, nebo s podpěrkami porcelánovými. Odpínače mohou být vybaveny uzemňovači a zapouzdrěnými pomocnými spínači pro signalizaci stavu. Mechanická životnost přístroje je minimálně 5000 cyklů. [15]

Venkovní odpínače s maloolejovými zhášecími komorami Fla 15/6400

- trojpólové provedení
- jmenovité napětí 25 a 38,5 kV
- jmenovitý proud 400 a 630 A

Fla 15/6410

Trojpolové provedení s pojistkovými držáky instalovanými ve spodní části – pro montáž pojistek do hodnoty 200 A jmenovitého proudu.

Fla 15/6410 SA

Trojpolové provedení s pojistkovými držáky instalovanými ve spodní části – pro montáž pojistek do hodnoty 200 A jmenovitého proudu s automatickým třípolovým vypnutím při zapůsobení pojistky.

Venkovní odpínače s vakuovými zhášecími komorami - Fla 15/97

- jednopólové a trojpólové provedení
- jmenovité napětí 12, 25 a 38,5 kV
- jmenovitý proud 400 a 630 A

Spínání probíhá ve vakuových zhášecích komorách, které jsou zaměnitelné za současné maloolejové zhášecí komory. Mechanická životnost přístroje je minimálně 5000 cyklů. Elektrická životnost vakuových zhášecích komor je 2000 vypnutí jmenovitých parametrů. Komory jsou bezúdržbové.

3.3.2 Odpojovač

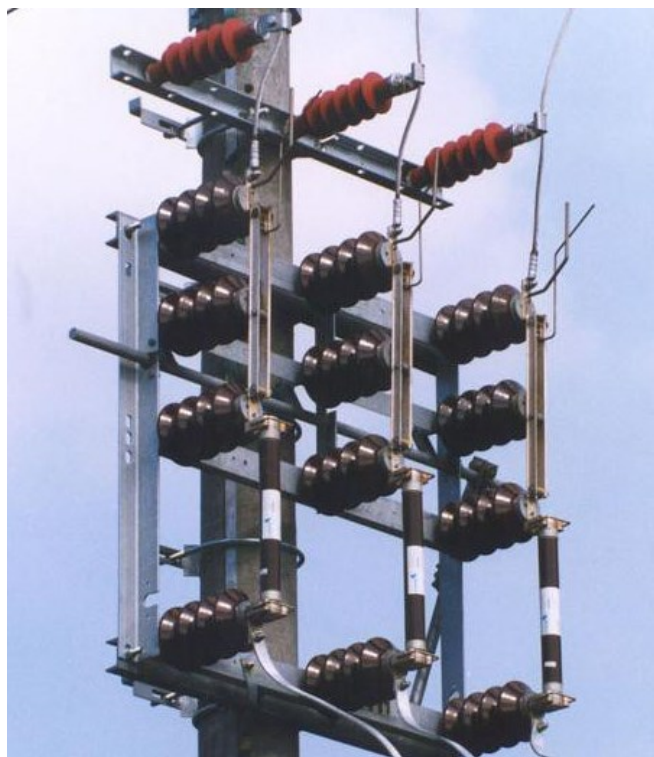
Odpojovač je elektrický přístroj, který slouží k odpojování a zapojování nezatížených elektrických obvodů a k viditelnému odpojení elektrických zařízení od napájecího napětí.

Venkovní odpojovač FTr

- trojpólové provedení
- jmenovité napětí 25 a 38,5 kV
- jmenovitý proud 400 a 630 A

Odpojovače jsou dodávány s podpěrkami z cykloalifatické pryskyřice, nebo s porcelánovými podpěrkami. K přístrojům dodáváme ruční pohony, motorové pohony, pomocné spínače a pojistky. Odpojovače typu FTr se dodávají v provedení bez uzemňovače nebo s uzemňovačem s mechanickým blokováním mezi uzemňovačem a odpojovačem. Odpojovač FTr-SU je vybaven ve spodní části pojistkovými držáky pro montáž vn pojistek.

Další provedení: FTr, FTr ...-SU se zhášecími růžky – trojpólové provedení, bez uzemňovače nebo s uzemňovačem s mechanickým blokováním mezi uzemňovačem a odpojovačem. [15]



Obrázek 3-11: Odpojovač FTr [15]

Venkovní jednopólové odpojovače DRIBO Flrm

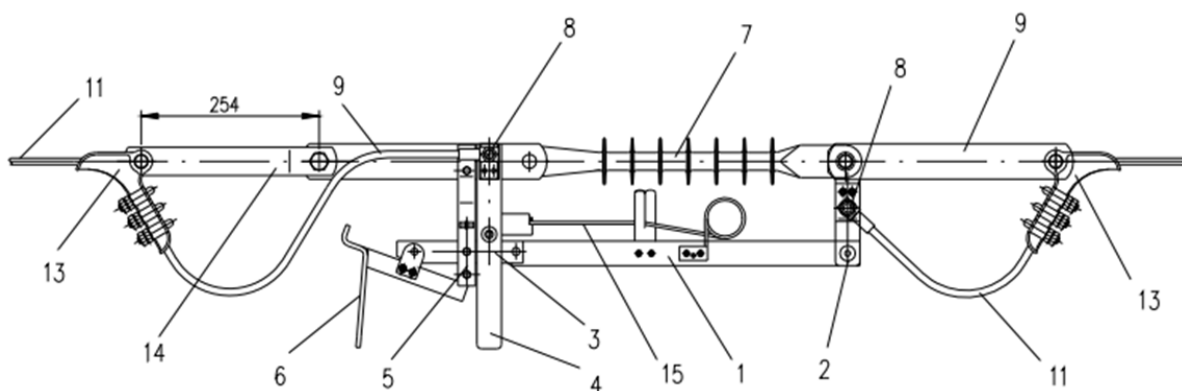
- jmenovité napětí 25 a 38,5 kV
- jmenovitý proud 400 a 1200 A

Jsou určeny pro odpojování koncových trafostanic a částí vedení bez zatížení. Odpojovače DRIBO Flrm jsou vybaveny velice jednoduchým zhášecím zařízením, které umožňuje vypínání nezávislé na rychlosti ovládání. Odpojovače pro jmenovité napětí 25 kV byly úspěšně přezkoušeny pro vypínání distribučních transformátorů o výkonu 630 kVA naprázdno. Při vypínání transformátorů naprázdno nedochází ke vzniku významnějších přepětových dějů. Odpojovače typu Flrm-k jsou určeny pro montáž ke konzole, Flrm-v pro montáž do rozpětí vedení. Jednoduchá a robustní konstrukce odpojovačů zaručuje jejich spolehlivý provoz v klimaticky nejrozumnějších oblastech. Díly nosné konstrukce jsou vyrobeny z žárově pozinkované oceli. Kontaktní pružiny, drobné díly aretačního mechanismu a zhášecí kontakty odpojovače jsou vyrobeny z nerezové oceli. Všechny proudovodné díly jsou vyrobeny z galvanicky postříbřené elektrolytické mědi. Dimenzování vodičů proudovodné dráhy a příznivé kontaktní tlaky pružin z nerezové oceli vytváří předpoklady pro bezchybné spínání i po mnohaletém provozu odpojovače v extrémních provozních podmínkách a také při námraze. Samočisticí povrch použitých tahových izolátorů Fiberlink se silikonovou izolací zaručuje s velkou

rezervou dlouhodobé izolační vlastnosti odpojovačů v rozpojené dráze i v oblastech s vysokým znečištěním a za deště. Hodnoty zkratové odolnosti jsou splněny s velkou rezervou. Osvědčené prvky konstrukce vycházející z dlouhodobých zkušeností, společně s kvalitou použitých materiálů a pečlivostí při výrobě zaručují nízké náklady na provoz a údržbu. Pro ovládání odpojovačů jsou určeny vypínací tyče soupravy „Powerman Hot“ se speciálním nástavcem, které jsou přezkoušeny i pro práci za deště. Za normálních pracovních podmínek jsou odpojovače po dobu dvaceti let bezúdržbové.

Postup rozepnutí a opětovného sepnutí FLRM

Tahem ovládací tyče za horní hranu ovládací páky 6 Obrázek 3-12, dojde k rozevření aretačního mechanismu 5 a tím k uvolnění spínacího nože 1. Po uvolnění spínacího nože prochází proud paralelním zhášecím obvodem 15. Po dosažení vzdálenosti dostatečné pro bezpečné vypnutí dojde k mžikovému vypnutí, nezávislému na rychlosti ovládání. Dalším tahem dosáhne odpojovač vypnuté polohy (poloha svislá). Zapínání Tlakem ovládací tyče na spodní hranu ovládací páky 6 Obrázek 3-12, dojde k navedení spínacího nože 1 do naváděcí vidlice 4 a dále do suvného kontaktu 3. Po dosažení koncové polohy je spínací nůž 1 v zapnuté poloze zajištěn aretačním mechanismem 5. Během zapínání je aktivován vypínací mechanismus. [15]



Obrázek 3-12: Dribo Flrm [15]

Vysoké riziko vzniku zkratu při manipulaci s odpojovači Flrm nastává v momentě, kdy máme manipulovat na vedení, jehož uspořádání alespoň dvou vodičů je v rovině nad sebou. Viz obrázek níže. Ovšem v tomto případě, se manipulace prováděla bez napětí. V momentě, kdy by se daná manipulace musela provádět pod napětím, měl by se zvolit postup opačný a to:

Rozpínání: 1. Krok – rozepnout spodní vodič, 2 Krok – rozepnout horní vodič

Spínání: 1. Krok – sepnout horní vodič, 2. Krok – sepnout spodní vodič



Obrázek 3-13: Dribo Flrm

3.4 PŘÍHRADOVÁ TRAFOSTANICE

Jedná se o ocelovou stožárovou trafostanici 22 kV, která je navržena pro transformátory s výkonem od 100 kVA do 630 kVA. Příhradová konstrukce se skládá z jednotlivých částí, jejichž kompletace se provádí při montáži až na místě. Příhradová konstrukce je tvořena z válcovaných L profilů, spojení je provedeno šrouby. Umožňuje demontáž s následnou opětovnou montáží kdykoliv během svého technického života.

3.4.1 Základní výzbroj

- Konzola vn rovinná, převážně rovinného provedení, na betonových jednosloupových DTS lze použít i jiné provedení dle standardu vn,
- Kombinované pojistkové spodky 22 kV nebo 35 kV včetně pojistkových patron vn a omezovačů přepětí ZnO 5 kA (35 kV) nebo 10 kA (22 kV). Připojení se strany vn přívodními vodiči, propojení mezi pojistkovými spodky a svorníky DTR pasy,

- Distribuční transformátor, výška umístění musí zaručit min. vzdálenost živých částí od země 5 000 mm,
- Rozváděč nn typu RST včetně konzol nebo upevňovacích prvků. Součástí RST jsou kromě jističích prvků mj. svodiče přepětí pro montáž do rozváděče, kondenzátory pro kompenzaci proudu naprázdno DTR a přístrojové měřicí transformátory proudu (MTP) pro nepřímé distribuční měření,
- 1 až 3 x kabelové svody nn z DTR do rozváděče RST – kabelem 3x240+120 mm² AYKY (v odůvodněných případech CYKY),
- Vývody nn z rozváděče RST do venkovního samonosného izolovaného vedení AES nebo do venkovního holého vedení:
 - Prvotní vývod do země – zemními kabely odpovídajících průřezů,
 - Vývod střešními komínky – samonosnými izolovanými vodiči AES bez přerušení.
- Svody a vývody jsou chráněny plastovými trubkami s hrdlem délek 4, 6 m průměrů, 75 mm uchycenými v nosičích trubek, lze provést uchycení kabelu přímo na dřívku TS. Horní konce ochranných trubek budou opatřeny hlavicemi proti zatékání vody,
- Kabelové vývody z rozváděče směrem do země budou mechanicky kryty konstrukcí rozváděče (podstavcem), kabelovým zákrytem nebo budou uloženy do trubek příslušného průměru (malý počet vývodů),
- Zemnicí systém v souladu s PNE 33 0000-1 – na svodový FeZn pásek budou postupně připojeny veškeré kovové konstrukce, zejména pak: konzolovina vn, kombinované pojistkové spodky, svorník průchodky transformátoru a nádoba transformátoru, konzola a připojovací svorník PEN skříně rozváděče RST, konzoly nn,
- Konzoly nn venkovního vedení – mohou být jednostranné nebo oboustranné, pro vodiče AES lze použít kotevní objímky s příslušnými svorkami,
- Betonové základy stožárové TS.

Distribuční transformátor

Standardně jsou osazovány třífázové olejové transformátory pro transformaci napětí 22 /0,4 kV a 22/0,4 kV v hermetizovaném provedení a bez konzervátoru. S měděným vinutím a s redukovánými ztrátami naprázdno. Na příhradových stanicích pro mimořádné podmínky (vodárenské pásma atp.) bude použita proti-olejová záchytná vana nebo suchý transformátor. Standardní řada výkonů 50, 100, 160, 250, 400, 630 kVA.

Standardní zapojení a hodinové číslo DTR

- 50, 100, 160 kVA – Yzn1,
- 250, 400, 630 kVA – Dyn1.

Pojistkový spodek s omezovačem přepětí ZnO

Transformační stanice se chrání omezovači přepětí, umístěnými v kombinovaných pojistkových spodecích, montovaných na konstrukce TS. Využívá se pro nadproudové a přepět'ové jištění jednotlivých fází venkovního vedení, při přechodu z venkovního na kabelové vedení nebo pro napájení transformátorů z venkovního vedení. Pojistkový spodek je určen pro montáž v poloze svislé vodorovné i šikmé. Pro venkovní prostředí na všech druzích trafostanic.

Charakteristika pojistkových spodků

Spodek pojistkový s omezovačem přepětí sestává z nosného plechu, který je zároveň pozinkován nebo z nerez, z plastového izolátoru, plastového omezovače přepětí a držáků pojistkových patron. Je určen pro pojistkové patrony do 100 A s délkou mezi čely patrony 442 mm. Držáky pojistkových patron musí být montovány tak, aby podélná osa pojistky byla kolmá na svislou osu kontaktního systému. Nosný plech musí být situován tak, aby nedocházelo k jeho deformaci při utažení upevňovacích šroubů při montáži na konstrukci. Pojistkový spodek musí být opatřen uzemňovací svorkou pro připojení uzemňovacího vodiče. Průměr šroubu musí být nejméně 12 mm. Pojistkový spodek musí být opatřen štítkem v českém jazyce. Štítek a jeho upevnění musí být odolné proti působení povětrnosti a proti korozi. Štítek musí obsahovat následující údaje:

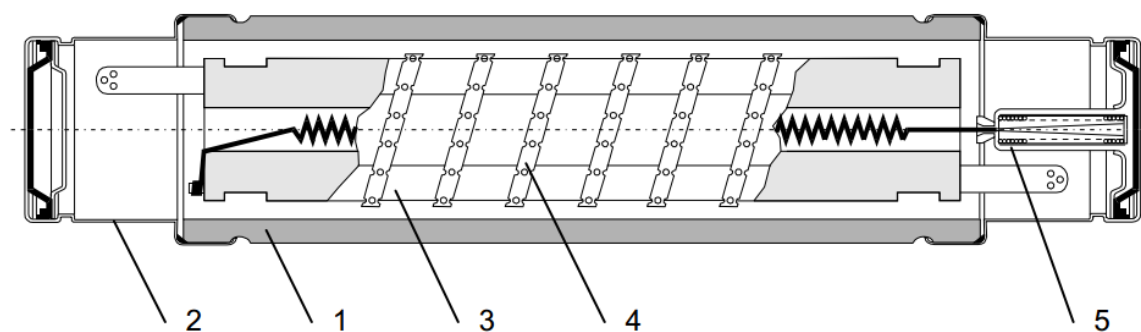
- název nebo označení výrobce,
- typové označení,
- rok výroby,
- výrobní číslo,
- jmenovité napětí Ur.

Vn pojistky

Pojistkové vložky vybaveny tepelnou ochranou jsou navrženy pro ochranu elektrických přístrojů před tepelnými a dynamickými účinky zkratových proudů a nadproudů. Pojistkové vložky vyhovují normě IEC 60282-1 jakožto tzv. „back-up“ typ. Jsou vhodné pro instalaci ve vnitřních, tak i venkovních přístrojích např. v rozváděčích s SF6.

Pojistkové vložky jsou vyvinuty tak, aby jejich charakteristiky byly dlouhodobě stabilní. Použité porcelánové pouzdro 1 (viz obrázek 3-14) je extrémně odolné vůči tepelnému a mechanickému namáhání. Kontaktní pouzdra 2 jsou vyrobená z elektrolytické mědi a jsou povrchově upravena niklováním případně stříbřením. Těsnost vložek je zajištěna speciálním systémem těsnění odolným vůči stárnutí i vůči tepelnému namáhání. Metoda výroby tavných součástí zaručuje minimální tolerance hodnot a stabilní ampérsekundové charakteristiky. Tavné prvky 4 jsou navíjeny na keramický nosič 3 a svařovány se speciálními měděnými kontaktními pásy. Těleso pojistkové vložky

je vyplněno křemičitým pískem přesné zrnitosti a chemického složení, což zaručuje spolehlivé zhasnutí elektrického oblouku. Velmi důležitým prvkem je také ukazatel stavu pojistkové vložky s integrovanou tepelnou ochranou 5. Systém je navržen tak, aby i při zvýšené teplotě pojistky nedošlo krátkodobým proudovým přetížením k jeho vybavení. Pouze při překročení přípustných teplot okolí dojde k vybavení mechanismu. Díky tomu jsou pojistkové vložky vhodné i pro ochranu zapouzdřených rozváděčů.



Obrázek 3-14: vn pojistka [15]

Jištění DTR proti zkratu na straně vn

Konkrétní přiřazení vn pojistky k DTR bude provedeno dle doporučení výrobce. Musí splnit základní kritéria a to:

- Dostatečnou vypínací schopnost.
- Vypnout zkrat na sekundární straně do 2 s.
- Nesmí vypnout magnetizační proud o velikosti $12 \times I_n$ po dobu 0,1 s.
- Musí zvládnout proud I_3 (min. vypínací proud pojistky) v síti.
- Musí být selektivní s jisticím prvkem na sekundární straně DTR.

Přiřazení jmenovitého proudu pojistky k výkonu transformátoru a jeho uk 4% nebo 6% musí být uvedeno na těle vn pojistky.

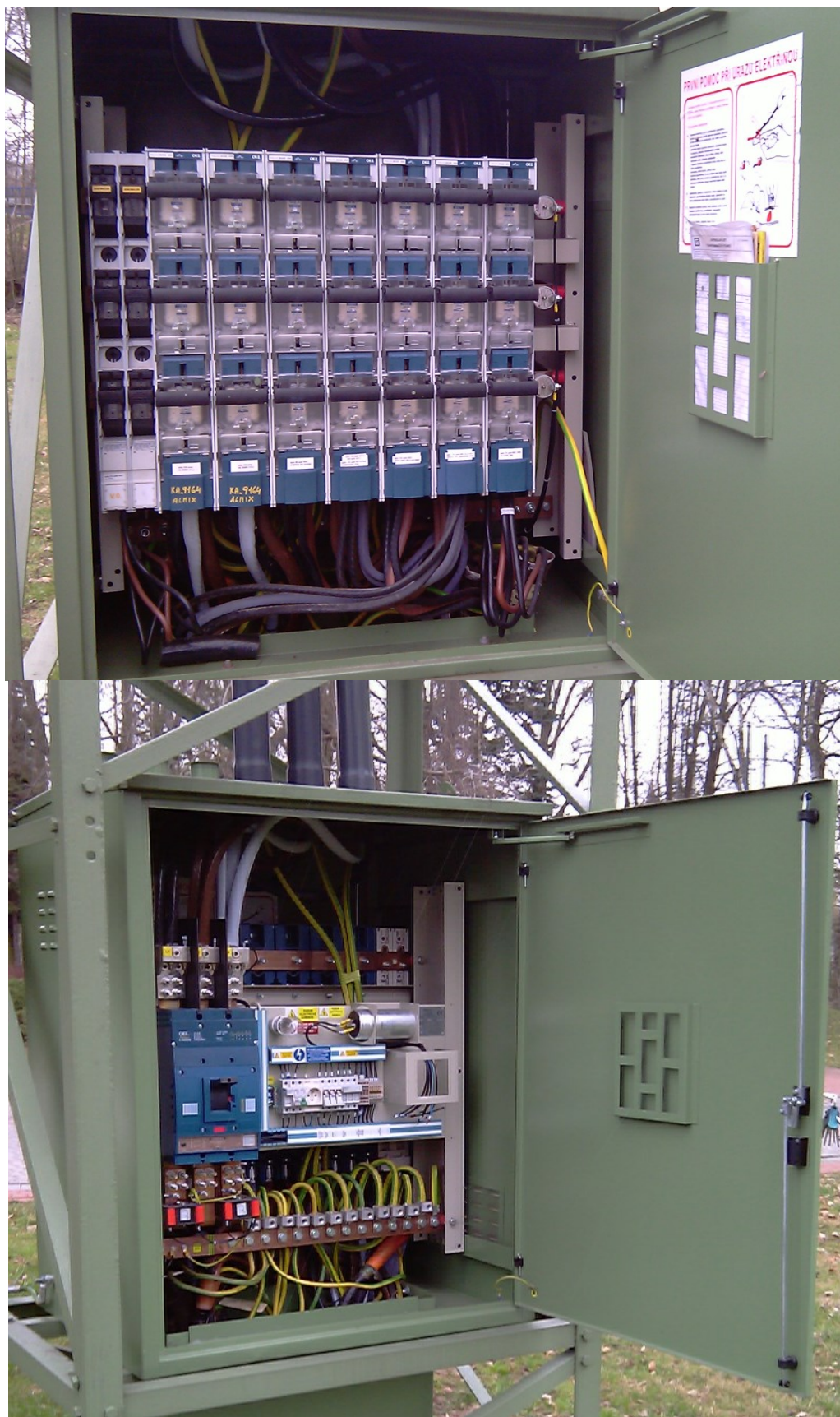
Tabulka 3-1: Přiřazení vn pojistek k DTR [16]

Transformátor [kVA]	Primární strana transformátoru	
	22/25 kV	
	I_n min	I_n max
	[A]	[A]
50	6,3	6,3

100	6,3	10
160	16	16
250	16	20*
400	25	25
630	31,5	40

RST-skříň nn

Typické provedení distribučních rozváděče RST se skládá z montážního panelu upevněného ve skříni. Panel obvykle obsahuje nějaký hlavní jisticí prvek (jistič nebo pojistkový odpínač), přípojnicovou soustavu, vývodové jisticí prvky (pojistky, pojistkové odpínače, pojistkové lišty, jističe), přístroje výbavy (zásuvka 231 V, svítidlo, proudový chránič, jištění výbavy), svodiče přepětí, popř. sestav měření (podle druhu a způsobu měření - měřicí transformátory proudu a zkušební svorkovnice + elektroměry, ampérmetr s vlečnou ručkou pro měření maxima, případně některý univerzální měřič elektrických veličin), na požadavek kompenzační kondenzátor apod. Skříň slouží jako kryt přístrojového panelu před venkovními vlivy (stupeň krytí IP 43) a je přizpůsobena pro upevnění na nosnou součást (konzola, podstavec, nosníky) nebo na zazdění, pro vstup přívodních a výstup vývodových kabelů a pro uzavření a uzamknutí visacím zámkem. Rozváděče RST P jsou nn distribuční rozváděče pro odběr do 600 A, jsou určeny pro transformovny používané pro napájení odběratelských míst až do jmenovitého výkonu transformátoru do 400 kVA. Rozváděč je připraven pro bilanční měření. Je jednostranně přístupný. Uchycení na příhradové stožáry, na konzoli nebo samostatně stojící.



Obrázek 3-15: Rozvaděč nn

4 Poruchovost sítí nn a vn

V případě poruchy distribučního vedení vn dochází k přerušení dodávky elektrické energie minimálně po dobu nutnou k zajištění náhradního napájení. Přerušením dodávky el. energie dochází k provozní nákladovosti.

Z tohoto pohledu je nutné rozlišovat provoz sítí z hlediska uzemnění nulového bodu zdrojů (transformátorů). V oblasti městské kabelové sítě je použit typ sítě uzemněné přes odporník. Tento způsob se využívá zejména u rozsáhlých kabelových sítí, kde by jednak zhášecí tlumivka vzhledem k její velikosti bylo neúměrně drahé zařízení, jednak samotný charakter poruch kabelů ji nevyžaduje – zemní spojení jedné žíly kabelu většinou přejde na třífázový zkrat a následuje okamžité vypnutí. Provozem kabelového vedení je nižší počet poruchových událostí oproti vzdušnému vedení, ale náklady spojené s opravou poruchy jsou vyšší. Výhodou kabelového vedení je způsob zapojení. Smyčkové zapojení snižuje dobu přerušení dodávky elektrické energie a tím snižuje provozní náklady kabelového vedení. Dalším důležitým faktorem je povinnost dodržování podmínek energetického zákona číslo 458/2000 Sb. v platném znění a jeho provádějící vyhlášky číslo 540/2010 Sb., která stanovuje požadovanou kvalitu dodávek a služeb. [13]

4.1 NEDODANÁ ELEKTRICKÁ ENERGIE

Pro zjištění všech nákladů spojených s omezením zařízení je nutné znát cenu nedodané energie. Je to energie, která se nedodá v případě vzniku poruchy. Ocenění nedodané elektřiny je zaměřeno na oblast z pohledu distributora. V tomto případě na ČEZ Distribuce, a.s. ve smyslu ztrát tržeb distributora a udělení případných sankcí za nedodržení kvality dodávané elektrické energie dle plnění standardů dle § 5, § 6 a § 7 vyhl. č. 540/2005 Sb. [14]

4.1.1 § 5 Standard ukončení přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny

Standardem ukončení přerušení distribuce elektřiny je ukončení přerušení distribuce elektřiny, mimo přerušení plánovaného, v odběrném nebo předávacím místě provozovatele lokální distribuční soustavy nebo zákazníka, a to ve lhůtě do:

- 18 hodin v síti distribuční soustavy s napětovou úrovní do 1 kV,
- 12 hodin v sítích distribuční soustavy s napětovou úrovní nad 1 kV a 8 hodin v síti distribuční soustavy s napětovou úrovní nad 1 kV na území hlavního města Prahy.

Lhůta podle prvního bodu se počíná okamžikem, kdy se provozovatel distribuční soustavy dozvěděl o vzniku přerušení distribuce elektřiny nebo kdy vznik přerušení distribuce elektřiny mohl a měl zjistit.

Jestliže dojde u zákazníka ke vzniku několika dlouhodobých přerušení distribuce elektřiny vzniklých v důsledku téže události, je standard ukončení přerušení distribuce elektřiny dodržen, je-li doba mezi začátkem prvního dlouhodobého přerušení distribuce elektřiny a koncem posledního dlouhodobého přerušení distribuce elektřiny, které vzniklo v důsledku téže události, ale nebylo způsobeno nutnými manipulacemi pro uvedení distribuční soustavy do zapojení před poruchou, kratší než daná lhůta.

Standardem ukončení přerušení přenosu nebo distribuce elektřiny z výrobní elektřiny připojené do přenosové nebo distribuční soustavy je obnova schopnosti přenosové nebo distribuční soustavy přenášet nebo distribuovat elektřinu z předávacího místa výrobní elektřiny ve lhůtě 48 hodin od okamžiku, kdy se provozovatel přenosové nebo distribuční soustavy dozvěděl o vzniku přerušení nebo kdy vznik přerušení mohl a měl zjistit.

Za nedodržení standardu ukončení přerušení distribuce elektřiny podle prvního bodu poskytuje provozovatel distribuční soustavy zákazníkovi náhradu ve výši 10 % z jeho roční platby za distribuci, maximálně však

- 6 000 Kč v sítích do 1 kV,
- 12 000 Kč v sítích nad 1 kV do 52 kV,
- 120 000 Kč v sítích nad 52 kV. [14]

Pro účely stanovení výše náhrady se roční platbou za distribuci rozumí na napěťových hladinách velmi vysokého napětí a vysokého napětí součet posledních 12 měsíčních fakturovaných plateb za použití sítí a za rezervovanou kapacitu. V případě nového odběru elektřiny na napěťových hladinách velmi vysokého napětí a vysokého napětí je základem pro výpočet roční platby za distribuci sjednané roční množství dodané elektřiny a sjednaná výše rezervované kapacity. Na napěťové hladině nízkého napětí se roční platbou za distribuci rozumí součet částek za stálé měsíční platby podle jmenovité proudové hodnoty hlavního jističe před měřicím zařízením a položek za distribuci elektřiny ve vysokém a nízkém tarifu, účtované v poslední fakturované platbě z ročního odečtu měřicího zařízení. V případě fakturace distribuce elektřiny za období kratší než 12 měsíců se platba poměrným způsobem upraví podle příslušného typového diagramu dodávek podle jiného právního předpisu, který stanoví pravidla tvorby, přiřazení a užití typových diagramů dodávek elektřiny. V případě nového odběru elektřiny na hladině nízkého napětí je základem pro výpočet roční platby za distribuci průměrná roční spotřeba v distribuční sazbě vztažená k jmenovité proudové hodnotě hlavního jističe před měřicím zařízením podle výkazů tarifních statistik zpracovávaných podle jiného právního předpisu.

V roce 2014 došlo v distribuční oblasti regionu Morava k porušení 113 standardů § 5. Nejčastější příčina porušení standardu bývá vysoká kumulace poruch, nepřízeň počasí nebo vysoká náročnost na opravu dané poruchy.

Tabulka 4-1: porušení standardu § 5 [16]

Napětová hladina			
Oddělení	NN	VN	Celkový součet
Frýdek Místek	19	7	26
Nový Jičín	22	5	27
Olomouc	7	14	21
Ostrava	0	3	3
Šumperk	0	2	2
Celkový součet	48	31	79

4.1.2 § 6 Standard dodržení plánovaného omezení nebo přerušení distribuce elektřiny

Standardem dodržení plánovaného omezení nebo přerušení distribuce elektřiny je zahájení a ukončení omezení nebo přerušení distribuce elektřiny v době, která byla jako doba zahájení a ukončení omezení nebo přerušení distribuce elektřiny zákazníkům ohlášena. Standard dodržení plánovaného omezení nebo přerušení distribuce elektřiny není dodržen, jestliže provozovatel distribuční soustavy omezí nebo přeruší distribuci elektřiny dříve, než ohlásil, nebo ukončí omezení nebo přerušení distribuce elektřiny později, než ohlásil.

Za nedodržení standardu dodržení plánovaného omezení nebo přerušení distribuce elektřiny poskytuje provozovatel distribuční soustavy zákazníkovi náhradu ve výši 10 % z jeho roční platby za distribuci, stanovené obdobně podle § 5 odst. 6, maximálně však:

6 000 Kč v sítích do 1 kV,

12 000 Kč v sítích nad 1 kV do 52 kV,

120 000 Kč v sítích nad 52 kV. [14]

V roce 2014 došlo v distribuční oblasti regionu Morava pouze k 5 porušeným standardům §6. Přičemž nejčastější důvod porušení tohoto standardu bývá vysoká náročnost plánované rekonstrukce nebo nepříznivé klimatické podmínky.

Tabulka 4-2: porušení standardu § 6 [16]

Oddělení	Napěťová hladina
	VN
Nový Jičín	2
Olomouc	2
Šumperk	1
Celkový součet	5

4.1.3 §7 Standard výměny poškozené pojistky

Standardem výměny poškozené pojistky je provedení výměny poškozené pojistky v hlavní domovní pojistkové nebo kabelové skříni zákazníka a umožnění obnovení distribuce elektřiny nejdéle do 6 hodin, na území hlavního města Prahy do 4 hodin, od okamžiku, kdy je příslušný provozovatel distribuční soustavy zákazníkem nebo dodavatelem sdružené služby informován o přerušení distribuce elektřiny do odběrného místa zákazníka. Tento standard se nevztahuje na vztah provozovatele distribuční soustavy a provozovatele lokální distribuční soustavy. Za nedodržení standardu výměny poškozené pojistky se nepovažuje výměna poškozené pojistky a obnova distribuce elektřiny ve lhůtě delší než podle odstavce 1, pokud se prokazatelně jedná o přerušení distribuce elektřiny v důsledku poškození pojistky způsobené odběrným elektrickým zařízením zákazníka nebo elektrickou přípojkou, která není ve vlastnictví provozovatele distribuční soustavy a není ani provozovatelem distribuční soustavy provozována podle § 45 odst. 6 energetického zákona, nebo společným elektrickým zařízením nemovitosti. Za nedodržení standardu výměny poškozené pojistky poskytuje příslušný provozovatel distribuční soustavy zákazníkovi náhradu ve výši 1 200 Kč. Počet porušených standardů §7, nedodržení času výměny pojistky v HDS, je znázorněn viz tabulka níže. [14]

Tabulka 4-3: porušení standardu § 7 [16]

Oddělení	Napěťová hladina
	nn (HDS)
Frýdek Místek	2
Olomouc	2
Šumperk	1
Ostrava	1
Celkový součet	6

Udělení případných sankcí či naopak případných bonusů je řízeno ERÚ. V současné době ERÚ nastavuje limitní hodnoty pro určení sankcí či bonusů pro distributora. Jedná se o určení parametru SAIDI a SAIFI, který by měl být pevně stanoven pro všechny distributory v ČR.

Kvalita síťových služeb bude měřena prostřednictvím kombinace ukazatelů SAIDI a SAIFI, zastoupených ve stejném poměru, a to při vyhodnocování dodržení nastavených limitů. Podrobněji popsáno v kapitole uvedení níže.

4.2 UKAZATELE SPOLEHLIVOSTI DISTRIBUČNÍCH SÍTÍ

Z hlediska plynulosti distribuce elektrické energie je nutné se zabývat obecnými ukazateli, jejichž cílem je vytvoření objektivního přístupu pro porovnání ukazatelů plynulosti distribuce elektrické energie jednotlivých distribučních soustav.

Ukazatele spolehlivosti distribučních sítí rozdělujeme na základní ukazatele a na ukazatele agregované. Pro získání výsledků o spolehlivosti dodávky v síti jako celku se obvykle provádí agregace dat o přerušení. Jsou kalkulovány agregované ukazatele spolehlivosti dodávky, které mají obvykle podobu průměrné hodnoty.

SAIFI

Jedná se o ukazatel průměrné systémové četnosti přerušení SAIFI, nebo-li systém avarage interruption frequency index.

Pomocí tohoto ukazatele se zjišťuje průměrný počet odběratelů, které zasáhlo trvalé přerušení dodávky v průběhu celého roku. Při stálém počtu odběratelů je jedinou možností, jak vylepšit tento ukazatel- zmenšit četnost přerušení za sledované období.

$$SAIFI = \frac{\text{Celkový počet postižených odběratelů}}{\text{Celkový počet odběratelů}} \left(\frac{1}{rok} \right)$$

SAIDI

Zkratka SAIDI označuje v překladu průměrná systémová doba trvání výpadku, též v angličtině System Avarage Interuption Duration Index.

Rozdílem oproti předcházejícímu indexu SAIFI je to, že se zjišťuje celková doba, po kterou byl průměrný počet odběratelů bez dodávky elektrické energie. V tomto případě je možné zlepšit u pevného počtu odběratelů tento index dvěma způsoby. Buďto snížením počtu výpadků dodávky nebo

zkrácením součtu všech dob trvání jednotlivých výpadků. Jak je zřejmé, snížení ukazatele SAIDI znamená vždy zvýšení spolehlivosti.

$$SAIDI = \frac{\text{Součet všech dob, po které trvalo přerušení}}{\text{Celkový počet odběratelů}} \left(\frac{\text{hod}}{\text{rok}} \right)$$

CAIDI

Ukazatel CAIDI bývá označován, jako průměrná doba trvání z angličtiny Customer Average Interruption Duration Index.

Tento ukazatel v podstatě vykazuje odezvu distribuční spolehlivosti na vzniklou poruchu a tím i na průměrnou dobu trvání výpadku. Tento ukazatel může být vylepšen snížením délky doby výpadku.

$$CAIDI = \frac{\text{Součet všech dob, po které trvalo přerušení}}{\text{Celkový počet postižených odběratelů}} \text{ (hod)}$$

ASAI

Ukazatel ASAI vykazuje přibližně stejné vlastnosti jako index SAIFY, tudíž jeho hodnota odráží i stupeň spolehlivosti. Uvedené ukazatele jsou založený na sledování celkového počtu odběratelů, ale existují i indexy pro odběratele, kteří evidují jeden nebo více výpadků ve sledovaném roce. Výše uvedené ukazatele charakterizují průměrnou spolehlivost systému.

$$ASAI = \frac{\text{Součet hodin, po které trvala dodávka elektrické energie}}{\text{Celkový počet hodin nasmlouvané dodávky}} \text{ (—)}$$

MAIFI

Vzhledem k narůstající citlivosti některých odběratelů na krátkodobé přerušení elektrické energie vedla k zavedení ukazatelů i pro přerušení. Obvykle používán ukazatel průměrné četnosti krátkodobých přerušení MAIFI Momentary Average Interruption Frequency Index. [13]

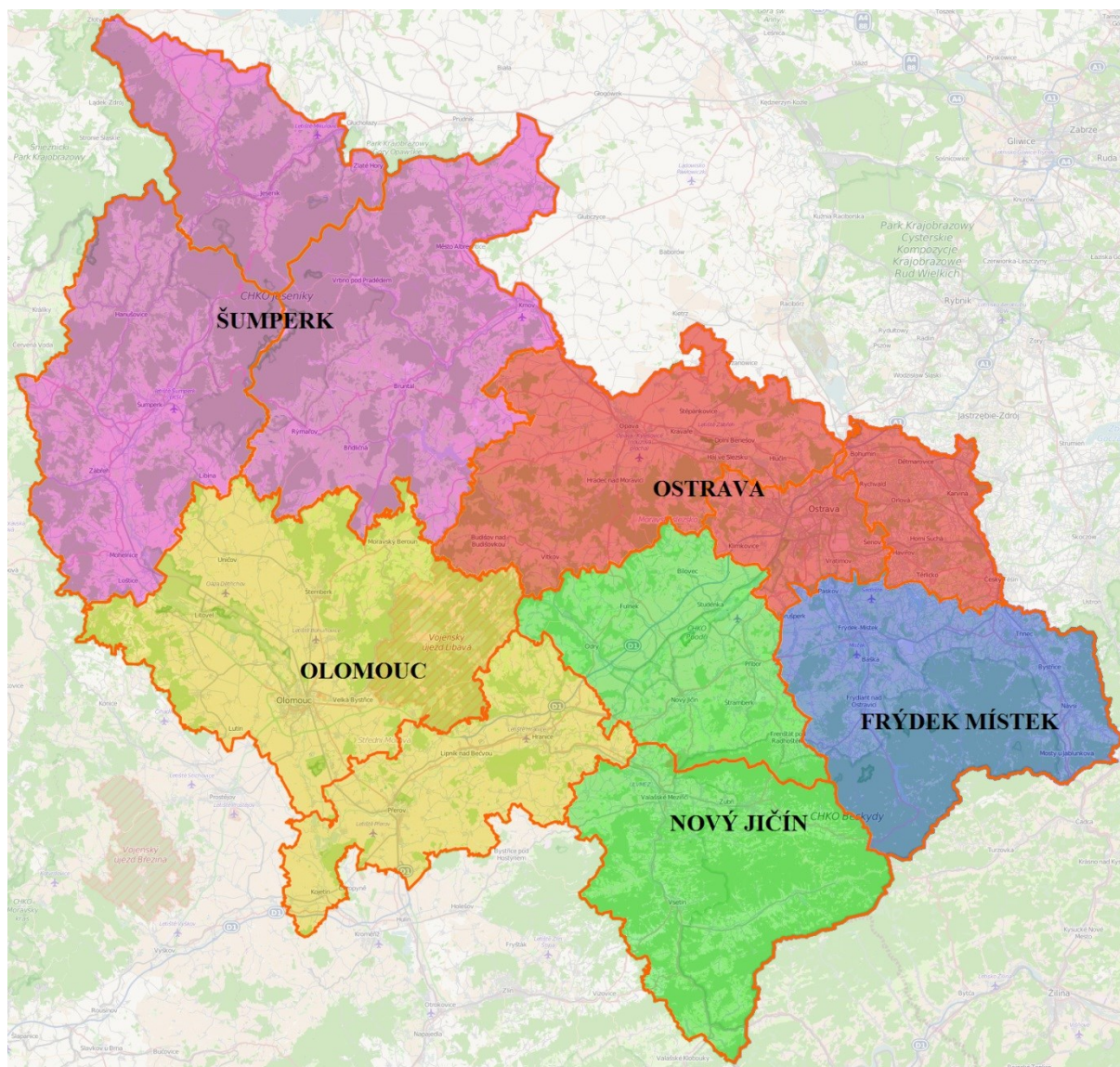
$$MAIFI = \frac{\text{Celkový počet krátkodobých přerušení}}{\text{Celkový počet odběratelů}} \left(\frac{1}{\text{rok}} \right)$$

Ukazatele spolehlivosti distribučních sítí byly v loňském roce dodrženy.

4.3 VYHODNOCENÍ PORUCHOVOSTI - MORAVA 2014

Vyhodnocení provedeno pro jednotlivá oddělení, která spadají pod region *Morava*:

- Olomouc
- Ostrava
- Šumperk
- Nová Jičín
- Frýdek Místek



Obrázek 4-1: Jednotlivá oddělení sítě Morava [16]

Jedná se o poruchy na venkovním a kabelovém vedení nízkého a vysokého napětí. Data uvedená níže slouží pouze k přibližnému seznámení s poruchovostí sítě na Moravě v roce 2014.

Celkový souhrn poruch na jednotlivých odděleních, rozděleno dle napěťových hladin.

Tabulka 4-4: Souhrn poruch Morava 2014 [16]

Napěťová Hladina					
Oddělení	0,4 kV	10 kV	22 kV	6 kV	Celkový součet
Frýdek Místek	2865		245	2	3112
Nový Jičín	2550		545		3095
Olomouc	1983		359		2342
Ostrava	3959	34	597	19	4609
Šumperk	1829		397		2226
Celkový součet	13186	34	2143	21	15384

Soupis nejčastějších příčin vzniku poruchy:

Bouřka - úder blesku, porucha v odběrném zařízení zákazníka, sníh, námraza, cizí předmět ve vedení, mlha, déšť, kroupy, vichřice 70-100 km/hod, koroze, chybná nebo nepovolená manipulace, porucha v síti sousedního provozované DS, porušení tvaru - celistvosti a funkce, poškození dopravní nehodou, únava materiálu, přechodový odpor (znečištění), přetížení.

Tabulka 4-5: Možné příčiny vzniku poruch § 5 [16]

Napěťová hladina						
Oddělení	Možné příčiny vzniku poruch	0,4 kV	10 kV	22 kV	6 kV	Celkový součet
Frýdek Místek						
	Abnormality elektrizační soustavy	799		9		808
	Cizí vlivy	53		11		64
	Nedostatky v obsluze nebo údržbě	6		4		10
	Neoprávněné odběry	1				1
	Ohrožení života, zdraví a majetku	5		2		7
	Příčina neobjasněna	11		7		18
	Příčina poruchy před započetím provozu	3				3
	Příčiny spjaté s provozem a údržbou	750		138	2	890
	Přírodní vlivy	389		42		431
	Vlivy okolí a prostředí	840		31		871
Frýdek Místek Celkem		2865		245	2	3112

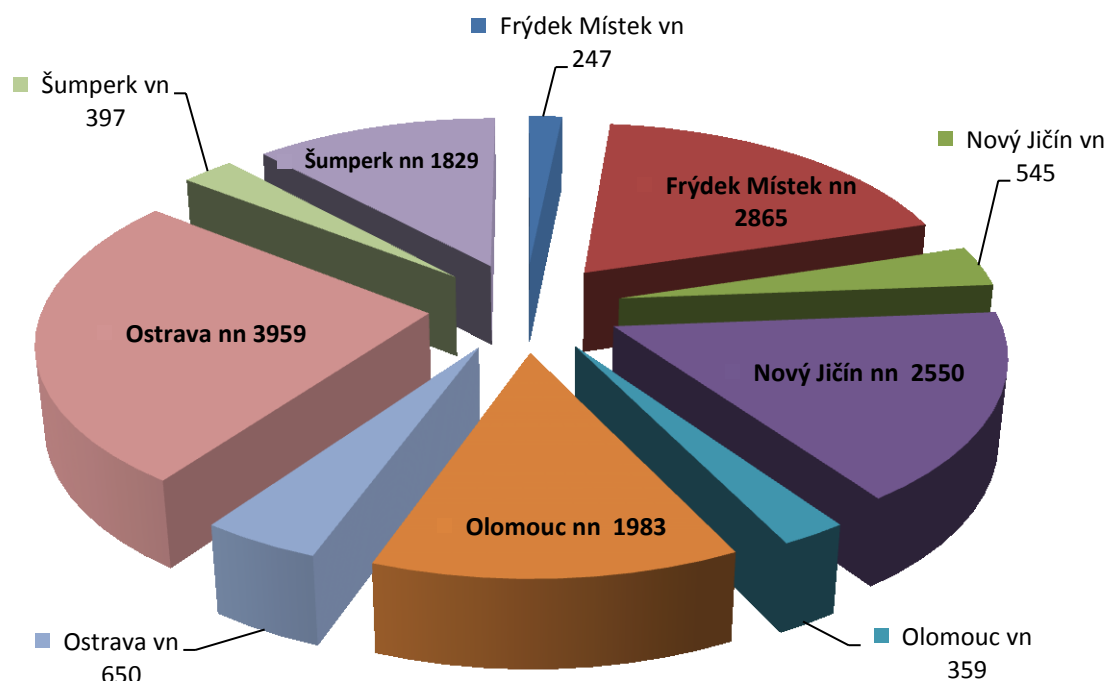
Nový Jičín						
	Abnormality elektrizační soustavy	613		36		649
	Cizí vlivy	71		9		80
	Nedostatky v obsluze nebo údržbě	9				9
	Neoprávněné odběry	1				1
	Ohrožení života, zdraví a majetku	6				6
	Plánované práce	1				1
	Příčina neobjasněna	8		24		32
	Příčina poruchy před započetím provozu	15		2		17
	Příčiny spjaté s provozem a údržbou	870		371		1241
	Přírodní vlivy	188		47		235
	Vlivy okolí a prostředí	768		55		823
Nový Jičín Celkem		2550		545		3095
Olomouc						
	Abnormality elektrizační soustavy	746		55		801
	Cizí vlivy	105		18		123
	Nedostatky v obsluze nebo údržbě	14		1		15
	Neoprávněné odběry	5				5
	Ohrožení života, zdraví a majetku	2				2
	Příčina neobjasněna	8		27		35
	Příčina poruchy před započetím provozu	10				10
	Příčiny spjaté s provozem a údržbou	700		153		853
	Přírodní vlivy	162		58		220
	Vlivy okolí a prostředí	229		46		275
Olomouc Celkem		1983		359		2342
Ostrava						
	Abnormality elektrizační soustavy	1506	1	45	1	1553
	Cizí vlivy	168	4	39		211
	Nedostatky v obsluze nebo údržbě	59		5		64
	Neoprávněné odběry	2				2
	Ohrožení života, zdraví a majetku	3		1		4
	Příčina neobjasněna	10	1	34	2	47
	Příčina poruchy před započetím provozu	12		1		13

	Příčiny spjaté s provozem a údržbou	1372	28	320	16	1736
	Přírodní vlivy	391		87		478
	Vlivy okolí a prostředí	432		64		496
Ostrava Celkem		3959	34	597	19	4609
Šumperk						
	Abnormality elektrizační soustavy	580		39		619
	Cizí vlivy	73		12		85
	Nedostatky v obsluze nebo údržbě	9		3		12
	Neoprávněné odběry	1				1
	Ohrožení života, zdraví a majetku	3				3
	Příčina neobjasněna	1		17		18
	Příčina poruchy před započetím provozu	8				8
	Příčiny spjaté s provozem a údržbou	602		196		798
	Přírodní vlivy	218		62		280
	Vlivy okolí a prostředí	332		67		399
Šumperk Celkem		1829		397		2226
Celkový součet		13186	34	2143	21	15384

Prostřednictvím grafu 4-1 lze sledovat četnost poruch dle jednotlivých napětových hladin v různých odděleních regionu Morava. V roce 2014 je evidováno celkem 15 384 poruch, z toho 13 186 na nízkém napětí a 2 198 na vysokém napětí. Největší poruchovost je zaznamenána na oddělení Ostrava a to jak na sítích nn, tak na sítích vn. Převážná část poruch na vn vzniká na kabelovém vedení. Toto oddělení není svou rozlohou zdaleka nejrozsáhlejší, má však nejvyšší hustotu sítí z celého regionu Morava. Z tabulky 4-5 můžeme konkrétně sledovat jednotlivé příčiny vzniku těchto poruch. Abnormality elektrizační soustavy jsou nejčtetnějším důvodem vzniku poruch v tomto oddělení. Konkrétně je to např. výpadek pojistky v HDS, porucha v instalaci zákazníka či marný výjezd.

Druhá nejčtetnější poruchovost na sítích nn je zaznamenána na oddělení Frýdek Místek s počtem 2865 poruch. Převážná část poruch je způsobena vlivy okolí a prostředí. V této oblasti dochází k častým pádům stromů a větví na vedení. Těmto poruchám lze předcházet pomocí ořezů vegetace kolem venkovního vedení. Další početnou skupinou vzniku poruch je únava materiálu. Tyto příčiny lze eliminovat prostřednictvím pravidelného provádění řádu preventivní údržby či rekonstrukcí vedení. Prostřednictvím rekonstrukce vedení můžeme docílit méně početnější poruchovosti i v takto náročném prostředí.

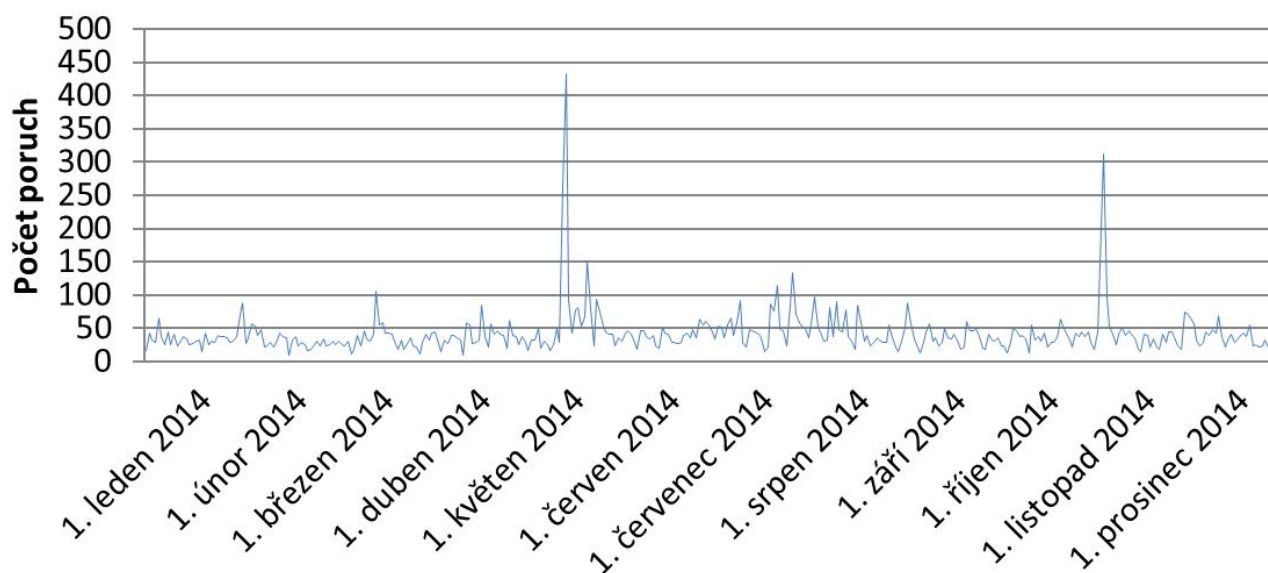
Třetí nejčetnější poruchovost na sítích nn je zaznamenána na oddělení Nový Jičín s počtem 2550 poruch. Nejčastějším důvodem poruch v dané oblasti jsou příčiny spjaté s provozem a údržbou.



Graf 4-1: Počet poruch rozdělen dle napěťových hladin [16]

Graf 4-2 nám vyobrazuje průběh poruch, vzniklých v jednotlivých dnech. Jak již bylo dříve zmíněno, v roce 2014 došlo v regionu Morava ke vzniku 15 384 poruch, to odpovídá v průměru na 42 poruch/den. Nejvyšší poruchovost nastala ve dnech 15.5. a 16.5. s počtem 697 poruch. Hlavní příčinou byly nepříznivé klimatické podmínky (velmi silný déšť a silných vítr převyšující 70km/hod). Osobně jsem v roce 2014 prováděl opravu/zajištění nebo jiné práce u cca 100 poruch, přičemž nejčastější zjištěné příčiny byly:

- Pád stromu nebo větvě na vedení, přerostlá vegetace (předpoklad = nedostatečné provedení ořezů),
- Zkrat mezi vodiči venkovního vedení z důvodu velkého prověšení,
- Zkrat mezi vodiči kabelového vedení (zatečení vody mezi žíly vodiče, přičemž u nových kabelů vzniká převážně v případě špatné pokládky),
- Únava materiálu (šlo předejít včasnou rekonstrukcí).



Graf 4-2: Počet poruch rozdělen dle napětových hladin/dny v měsíci [16]

Samozřejmě nastávají poruchy, jejichž vznik neovlivníme, např. viz obrázek 4-2 vznik námrazy na vedení. Ovšem provedením výměny za jednodušší a novější provedení úsečníku, můžeme snížit riziko vzniku poruchy. Nastává otázka, zda se výměna daného prvku vyplatí.



Obrázek 4-2: Vznik námrazy na vedení [17]

5 Vyhodnocení ŘPÚ a následná rekonstrukce

V této diplomové práci jsem se zaměřil na provedení pravidelné údržby mřížové trafostanice a úsekového spínače, přičemž popíši jednotlivé postupy při provedení ŘPÚ a následné rekonstrukce daných prvků sítě.

- Zajištění pracoviště při provádění ŘPÚ (DTS, úsečník),
- Provedení ŘPÚ,
- Vyhodnocení zjištěných závad,
- Popis zajištění a předání pracoviště subdodavatelské firmě,
- Provedení rekonstrukce subdodavatelskou firmou,
- Odjištění pracoviště,
- Cenové, časové a kapacitní vyhodnocení.

5.1 ZAJIŠTĚNÍ PRACOVIŠTĚ PŘI PROVÁDĚNÍ ŘPÚ

Zajištění pracoviště můžeme chápat jako bezpečnostní opatření pro práce na elektrickém zařízení bez napětí nebo v jeho blízkosti. Provádění této práce je řízeno vedoucím zajišťování. Úkony dané k zajištění pracoviště mohou provádět pouze pověřené osoby, které byli prokazatelně seznámeni o způsobu provádění prací a jsou uvedeny v „příkazu B“

Vypnuté zařízení musí být galvanicky odpojeno od všech možných zdrojů napájení. Odpojení je zajištěno vzdušnou nebo účinnou izolací. Zajištění daného vypnutého zařízení je zapotřebí zajistit proti nežádoucímu zapnutí (ať už úmyslnému nebo neúmyslnému) pomocí zámku, v dnešní době jsou využívány zámky ABLOY a umístění bezpečnostní tabulky „NEZAPÍNEJ, NA ZAŘÍZENÍ SE PRACUJE“. Dalším důležitým bodem, je odzkoušení beznapětového stavu. Bezpečným a spolehlivým způsobem, jak provést ověření beznapětového stavu je pomocí zkoušeček napětí. Na obrázcích níže jsou uvedeny zkoušečky, které jsou dle mého názoru jedny z nejpraktičtějšších, co se týká kompaktnosti, jednoduchosti a spolehlivosti.



Obrázek 5-1: Zkoušečky Fluke [17]

Dalším nezbytným bodem při zajišťování pracoviště je uzemnění a zkratování daného elektrického zařízení. Musí být provedeno ze všech možných stran napájení a jedna zkratovací souprava musí být umístěna tak, aby šla vidět z pracoviště, samozřejmě pokud to konstrukce zařízení umožňuje.

5.2 PROVEDENÍ ŘPÚ

Zajištění pracoviště

Osoby pověřené k zajištění/odjištění pracoviště, na kterém bude prováděn ŘPÚ, docílí beznapěťového stavu zařízení, na základě pokynů dispečera vn. Zajištění pracoviště provedeno dle postupu uvedeného v „příkazu B“.

Příkaz B

Zajišťování pracoviště bude řídit (jméno): Novák Jan,

podpis: *Novák Jan* Dne: 1.2.2015, Hodin: 9:00

Pracoviště bude zajištěno pro práci bez napětí ; ~~v blízkosti ; na zařízení vypnutém ale nezajištěném~~
pro ŘPÚ DTS KA_0123, US_KA_123

POZOR, ZAJIŠŤOVÁNÍ A ODJIŠŤOVÁNÍ PRACOVIŠTĚ JE PRÁCE POD NAPĚTÍM!

PRO ZAJIŠTĚNÍ PRACOVIŠTĚ BUDOU PROVÁDĚNY NÁSLEDUJÍCÍ ÚKONY

Tabulka 5-1: úkony k zajištění pracoviště

ČÁST ZAŘÍZENÍ MÍSTO	ÚKON	ZAJIŠTĚNÍ PROVEDL - HLÁSIL
DEION v KA_0123	Vypnutí , bezpečnostní tabulka	Novák Pavel
FLRM-x	Vypnutí, bezpečnostní tabulka	Novák Pavel
FLRM-x směr US_KA_123	Odzkoušení beznapěťového stavu	Novák Pavel
FLRM-x směr US_KA_123	Uzemnění a zkratování zkratovací soupravou č.1	Novák Pavel
KA_0123 vývody nn	Odzkoušení beznapěťového stavu	Novák Pavel
KA_0123 vývody nn	Uzemnění a zkratování zkratovací soupravou č.2	Novák Pavel

Nedílnou součástí příkazu B je příloha číslo 1 (viz *Obrázek 5-2: Jednopolové schéma*)

Zajištění pracoviště provedou a podpisy stvrzují, že jsou seznámeni o způsobu a rozsahu zajišťování

Jméno: Novák Jan

podpis: *Novák Jan*

Zajištění pracoviště zkontroloval, byl přesvědčen *dotykem holé ruky* o beznapětovém stavu zařízení. Nejbližší části zařízení pod napětím jsou:

Druhá strana Flrm-x směr UK_KA_321 na vn 100

Zajištění pracoviště převzal: 1.2.2015

hodin: 9:30

Vedoucí práce: Novák Jan

podpis: *Novák Jan*

Stvrzujeme, že jsme byli před zahájením práce seznámeni a poučení o stavu zajištění pracoviště a o nejbližších částech pod napětím.

Jméno: „jména všech montérů provádějící ŘPÚ“

Podpis: „*podpis všech montérů provádějící ŘPÚ*“

Práce skončeny, pracovníci odvoláni, ukončení prací ohlášeno. Zařízení je schopné bezpečného provozu. Pracoviště a příkaz B

předal: Novák Jan Dne 1.2. 2015 12:00 Převzal: Novák Jan

Odjišťování pracoviště bude řídit: Novák Jan Podpis: *Novák Jan*

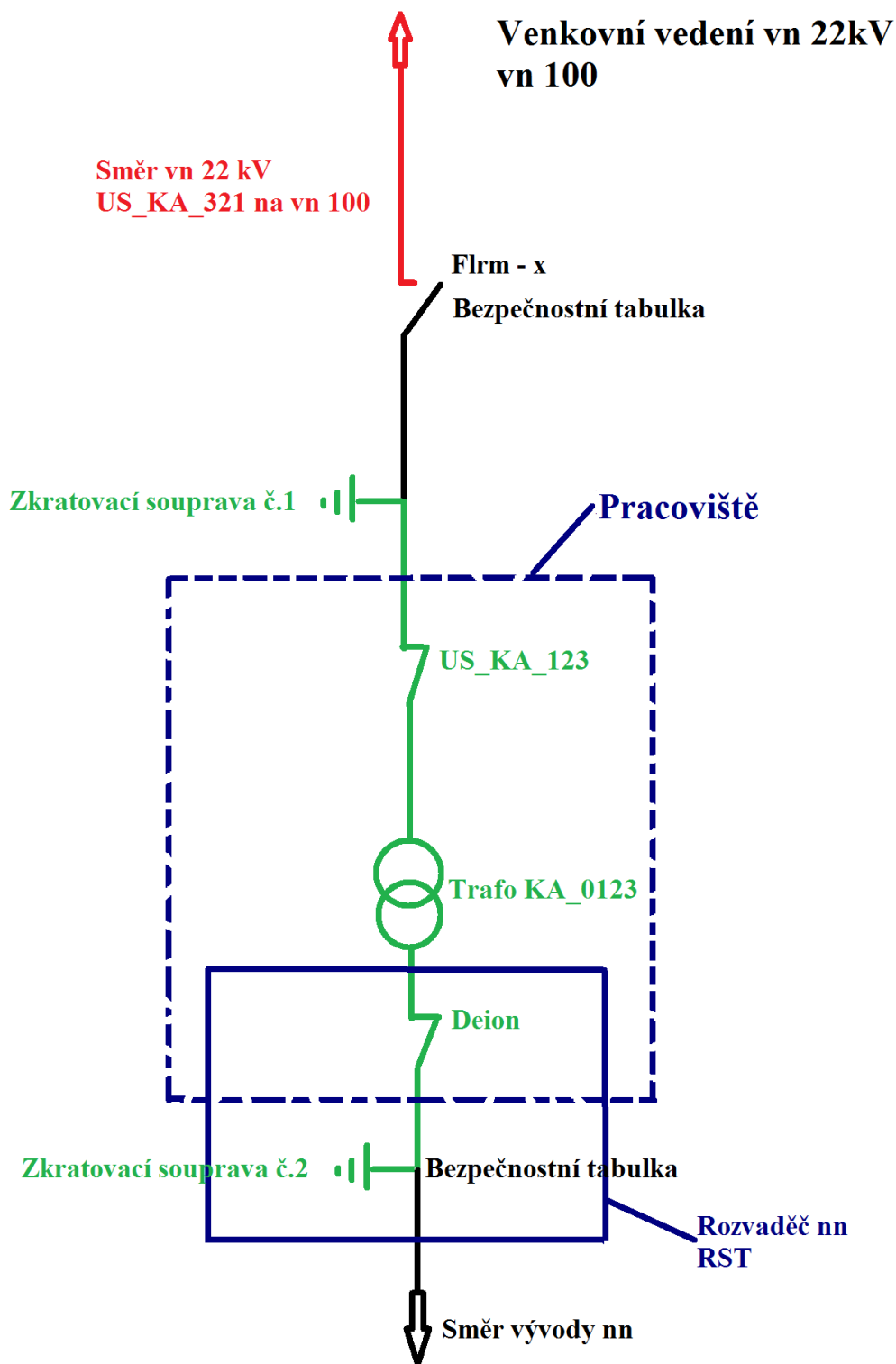
dne: 1.2.2015 hodin: 12:05

Odjištění pracoviště provedou a podpisy stvrzují, že jsou seznámeni o způsobu a rozsahu odjišťování Jméno: Novák Pavel podpis: *Novák Pavel*

Uzavření příkazu B a ukončení pracovní činnosti nahlásil dispečerovi

Jméno: Novák Jan podpis: *Novák Jan* Dne: 1.2.2015 Hodin:13:00

Příloha č.1 k příkazu **B** jednopólové schéma



Obrázek 5-2: Jednopólové schéma [16]

- | | |
|---|--|
| — Část pod napětím, bez zajištění | — Část bez napětí a zajištěná |
| — Část bez napětí, bez zajištění | - - - Vymezení pracoviště |

Popis prováděných činností při údržbě odpínače

- Kontrola oleje ve zhášecích komorách,
- Dotažení proudových spojů,
- Funkční zkouška – přezkoušení mechanické funkce odpínače, mechanismus zámku,
- Kontrola a dotažení proudového spoje vodič – Cu žebříček,
- Kontrola a dotažení spojů upevnění konstrukce odpojovače na sloup,
- Kontrola mechanického stavu nadzemní části uzemnění, svorek uzemnění a její ochrany,
- Kontrola a seřízení pohyblivých částí, pohonu, seřízení dotyku styčných ploch hlavních a pomocných kontaktů a promazání mechanismu pohonu rozpojovacího prvku dle návodu výrobce,
- Kontrola funkčnosti a promazání litinového zámku ovládání a hlavního čepu ovládacího zámku, jejich vyčištění a promazání dle návodu výrobce,
- Kontrola konstrukce a stavu podpěrného bodu, včetně výstroje (stupačky, tabulky)
- Kontrola stavu ložisek (bronzových pouzder – držák hřídele, ovládání, ovládací zámek) jejich vyčištění,
- Kontrola stavu opálení, provedení očištění nebo obroušení brusným papírem a namazání kontaktních ploch vazelínou dle návodu výrobce,
- Kontrola stavu rámu konstrukce (stav koroze, deformace, trhliny, sváry, dotažení šroubových spojů, závlaček),
- Kontrola stavu vodičů, upevněných v kotevních svorkách, kontrola a případné očištění hrubých nečistot na izolátorech,
- Kontrola začepování (vůle) kyvných izolátorů,

Popis prováděných činností při údržbě DTS

- Kontrola stavu konstrukce DTS a základů,
- Údržba přívodu vn k trafu (kontrola a odstranění hrubých nečistot na izolátorech a svodičích přepětí, kontrola upevnění pojistkových spodků na konstrukci, kontrola uchycení pojistek vn v pouzdru + konzervace, kontrola a dotažení spojů, kontrola a úprava vzdáleností živých částí od konstrukce),
- Údržba transformátoru (kontrola izolátorů a znečištění pláště trafa a konstrukce DTS, odstranění hrubých nečistot izolátorů, víka a vyp. ventilu, kontrola a dotažení vodičů připojených na trafa včetně uzemnění pláště),
- Kontrola stability stání trafa a zajištění proti posunutí,
- Údržba záchytné vany pod umístěné pod trafem (kontrola a očista okapů, kontrola a vyčištění filtru a odstranění cizích předmětů z vany, provést ekologickou likvidaci nastřádaných předmětů),

- Údržba rozvaděče nn (údržba a dotažení spojů, kontrola stavu a očištění přípojníc a skříně, pojistkových spodků, hlavního jističe, měřících transformátorů proudu, svorkovnic, měřících přístrojů, konzervace pochev nožových pojistek),
- Údržba elektroinstalace (dotažení spojů),
- Odzkoušení funkčnosti spínacích prvků nn a provedení údržbových úkonů dle návodu výrobce (očištění, seřízení, promazání proudových částí a mechanismu),
- Kontrola oprava popisů vývodů, kontrola, výměna, případné doplnění výstražných a bezpečnostních tabulek,
- Vyčištění prostoru kolem DTS včetně odstranění náletových dřevin,
- Promazání veškerých pantů a zámku ovšem mimo zámku ABLOY,
- Kontrolní měření: proud kompenzačního kondenzátoru ve všech fázích,
- Kontrola přiřazeného jištění transformátoru (strana vn i nn), kontrola jištění vývodů nn dle schématu jištění,
- Kontrola mechanického stavu nadzemní části uzemňovací soustavy,
- Měření odporu uzemnění pracovního středu uzlu transformátoru R_A a měření celkového odporu uzemnění R_B vodičů PEN odcházejících vedení z DTS včetně uzemněného středu uzlu zdroje.

5.3 VYHODNOCENÍ ZJIŠTĚNÝCH ZÁVAD

Montéři při ŘPU zhodnotí stav a popíší závady do ZPK, následně předají technikovi, který provede opětovné vyhodnocení na základě ZPK a pořízených fotografií navrhne rekonstrukci/výměnu. Termín realizace se odvíjí dle důležitosti daného prvku v síti. Přičemž dle § 25 Energetického zákona musí být brána v potaz doba kalendářních 15 dnů, která je potřebná, pro oznámení plánované odstávky.

Nejčastější závady odpínače UO 22 (SEZ Krompachy):

Nejčastější jsou u tohoto typu odpínače závady na hlavních kontaktech. Ke svaření kontaktů nedochází až tak často. Nejčastěji jsou kontakty vypálené nedokonalým spojem a tím pádem jeden nebo dva nedoléhají, to se pak řeší sesvorkováním na opalovacích kontaktech pomocí obyčejné svorky například Fe50. Další je samozřejmě možnost vysoké koroze, koroze koše a hlavně koroze celého mechanismu, kdy pak už jde manipulovat jen ztěžka anebo vůbec. Koroze může být tak pokročilá, že z trubky (táhla) od zámku až na horu je jen skořápka. Několikrát se stalo, že při manipulaci se trubka úplně oddělila... Další častou závadou na funkčnosti jsou praskající litiny kyvných izolátorů, kde výměna je problematická z důvodu celkově špatného stavu těchto starých spínačů (totální koroze všech šroubových spojů) a po výměně, pokud se podaří, nelze pak pořádně seřídít, aby kontakty,

pokud nejsou už vypálené, správně doléhaly. Tím pádem se kontakty dále vypalují. Další závady jsou polámané Cu pásky v tzv. „čapích nohách“ ty se pak musí odstranit a tím se samozřejmě oslabuje průřez.

Zjištěné závady Rozvaděč nn:

- Silná koroze rozvaděče (doporučena výměna nn rozvaděče),
- Nedodržení krytí IP viz příloha č.5 (doporučena výměna nn rozvaděče),
- Není osazen bezpečnostními tabulkami,
- Nevyhovující uzemnění,
- Únava materiálu vn pouzder, sloužících pro uchycení vn pojistek,
- Prasklé pojistkové spodky.

R_A = (odpor uzemnění pracovního středu / uzlu / transformátoru) [Ω]

R_B =(celkový odpor uzemnění vodičů PEN odcházejících vedení transformovny včetně uzemněného středu / uzlu / transformátoru) [Ω]

ρ_{min} =(hodnota rezistivity půdy zjištěna měřením v místě uzemnění – měří se pokud

$R_A > 5\Omega$ nebo $R_B > 2\Omega$) [Ωm]

U mřížových DTS vznikají nejčastější závady v jejich základech, kdy v lepším případě dochází k popraskání základu a v tom horším se už doslova drolí. Toto je způsobeno nedokonalou realizací už při výstavbě. V dnešní době něco nepochopitelného. Daná situace se řeší celkovou opravou základů, kde se původní zcela odkopou a udělají nové. Koroze nebývá až tak častá, protože už i v minulosti bylo prováděno pozinkování. Koroze je jen jemná, povrchová. To se ale nevztahuje ke konstrukcím mřížovek tzv. „BELEK“. Nevím, odkud se ten název vzal, pochází od starých montérů a používá se dodnes. Tyto mřížovky starého typu, tvarem do kónusu, přičemž dole je základna stejná jako u nových, ale směrem nahoru se zužují. U nich nedošlo k ošetření železa a korodují velmi hodně. Těch je už v terénu velmi málo, a pokud se v dané lokalitě dělá rekonstrukce, tak se tyto DTS mění. Jinak s konstrukcí mřížovek nebývá problém.

Jiné to je s rozvaděči nn, ty se taky v minulosti dodávaly s pozinkovanou úpravou, ale ta je nedokonalá a RNN vydrží podstatně méně než samotná konstrukce DTS. Závady jsou pak hlavně prerezivělé dno rozvaděče, kde se to v rámci ŘPU musí provizorně zadělávat a pokud jsou prerezalé třeba rohy rozvaděče, tak tam pomůže už jen výměna. Dále ty starší rozvaděče NN nejsou až tak dílensky dobře zpracované jako v rozvaděče v dnešní době => další poměrně častou závadou jsou mezery (takže těsnost) rozvaděčů, kde bývají dost často upadlé dveře, to se řeší opravou, nebo výměnou pantů.“

5.4 PROVEDENÍ REKONSTRUKCE

Zajištění pracoviště

Osoby pověřené k zajištění/odjištění pracoviště, na kterém bude prováděna rekonstrukce, docílí beznapětového stavu zařízení na základě pokynů vn dispečera. Zajištění pracoviště provedeno dle postupu uvedeného v „příkazu B“.

Příkaz B

Zajišťování pracoviště bude řídit (jméno): Novák Jan,

podpis: *Novák Jan* Dne: 30.3.2015, Hodin: 7:30

Pracoviště bude zajištěno pro práci bez napětí ; ~~v blízkosti ; na zařízení vypnutém ale nezajištěném~~
pro ŘPÚ DTS KA_0123, US_KA_123

POZOR, ZAJIŠŤOVÁNÍ A ODJIŠŤOVÁNÍ PRACOVISTĚ JE PRÁCE POD NAPĚTÍM!

PRO ZAJIŠTĚNÍ PRACOVISTĚ BUDOU PROVÁDĚNY NÁSLEDUJÍCÍ ÚKONY

Tabulka 5-2: úkony k zajištění pracoviště

ČÁST ZAŘÍZENÍ MÍSTO	ÚKON	ZAJIŠTĚNÍ PROVEDL - HLÁSIL
DEION v KA_0123	Vypnutí , bezpečnostní tabulka	Novák Pavel
FLRM-x	Vypnutí, bezpečnostní tabulka	Novák Pavel
FLRM-x směr US_KA_123	Odzkoušení beznapětového stavu	Novák Pavel
FLRM-x směr US_KA_123	Uzemnění a zkratování zkratovací soupravou č.1	Novák Pavel
KA_0123 vývody nn	Odzkoušení beznapětového stavu	Novák Pavel
KA_0123 vývody nn	Uzemnění a zkratování zkratovací soupravou č.2	Novák Pavel

Nedílnou součástí příkazu B je příloha číslo 1 (viz *Obrázek 5-2: Jednopolové schéma*)

Zajištění pracoviště provedou a podpisy stvrzují, že jsou seznámeni o způsobu a rozsahu zajišťování

Jméno: Novák Jan **podpis:** *Novák Jan*

**Zajištění pracoviště zkontroloval, byl přesvědčen *dotykem holé ruky* o beznapětovém stavu
zařízení. Nejbližší části zařízení pod napětím jsou:**

Druhá strana Flrm-x směr UK_KA_321 na vn 100

Zajištění pracoviště převzal 30.3.2015 hodin: 8:30

Vedoucí práce: Blejchař Libor **podpis:** *Blejchař Libor*

Stvrzujeme, že jsme byli před zahájením práce seznámeni a poučeni o stavu zajištění pracoviště a o nejbližších částech pod napětím.

Jméno: „jména všech montérů provádějící rekonstrukci“

Podpis: „*podpis všech montérů provádějící rekonstrukci*“

Práce skončeny, pracovníci odvoláni, ukončení prací ohlášeno. Zařízení je schopné bezpečného provozu. Pracoviště a příkaz B

předal: Blejchař Libor Dne 30.3. 2015 14:30 Převzal: Novák Jan

Odjišťování pracoviště bude řídit: Novák Jan Podpis: *Novák Jan*

dne: 30.3.2015 hodin: 14:35

Odjištění pracoviště provedou a podpisy stvrzují, že jsou seznámeni o způsobu a rozsahu odjišťování Jméno: Novák Pavel podpis: *Novák Pavel*

Uzavření příkazu B a ukončení pracovní činnosti nahlásil dispečerovi

Jméno: Novák Jan podpis: *Novák Jan* Dne: 30.3.2015 Hodin:15:30

Před zahájením práce, provede vedoucí pracovní skupiny, seznámení a poučení o stavu zajištění pracoviště a o nejbližších částech pod napětím. Poté rozdělí skupinu na 2 části, s tím že jedna se bude zabývat výměnou úsekového spínače a druhá pracovat na rekonstrukci DTS.

Popis jednotlivých úkonů při rekonstrukci DTS:

- Demontáž bleskojistek, pokud byly na DTS umístěny,
- Poznačení stávajících vývodů vn,
- Demontáž vodičů AlFe včetně závěsných izolátorů,
- Demontáž pojistkových spodků, včetně konzol,
- Poznačení a odpojení stávajících vývodů/přívodů v nn rozvaděči, (přívodu mezi transformátorem a DEIONEM, odvodní kabely venkovního vedení),
- Vytažení odvodních kabelů pro venkovní vedení a kabelu pro trafo ze svodových trubek,
- Demontáž svodových trubek,
- Demontáž rozvaděče nn,
- Připojení uzemnění,
- Montáž pojistkových spodků, jejíž součástí je omezovač přepětí, připojení vodičů AlFe,
- Usazení a upevnění nového rozvaděče nn,
- Upevnění nových svodových trubek,
- Vtažení kabelů AES venkovního vedení do svodových trubek + umístění krytů trubek,
- Vtažení kabelů AYKY 3x240+120 mezi transformátorem a DEIONEM do svodových trubek + umístění krytů trubek,

- U kabelů AYKY provedeme na straně transformátoru odstranění svrchní části izolace, nalisování hliníkových ok. Připojení jednotlivých fází dle předem poznačeného sledu fází.
- Zapojení DEIONU a odvodů pro venkovní vedení, dle předem poznačeného sledu fází, (v našem případě se u DTS nenachází kabelové vedení),
- Osazení pojistek do pojistkových spodků nn, vn.

Popis jednotlivých úkonů při výměně odpínače

- Demontáž vodičů AlFe z obou stran úsečníku,
- Demontáž starého úsečníku

Pokud nám to terén umožní, je rozumné využít pro demontáž hydraulickou ruku s potřebným dosahem nad vrchol podpěrného bodu. Montér provede pomocí např. lana uchycení úsečníku k hydraulické ruce a provede odřezání šroubů. V tomto případě bude demontáž provedena rychleji, ale vzrostou nám celkové náklady na dopravu, nevyjímaje nákladů na rekultivaci terénu (vyjeté koleje).

V případě, kdy hydraulickou ruku nemůžeme z jakýchkoli důvodů využít, provádíme demontáž tím, že úsečník po částech rozřežeme. Ať už z plošiny nebo ze žebříku. Tato varianta je jak časově, tak i fyzicky velice náročná,

- Montáž přístroje provedeme pomocí dvou upevňovacích podpěr (konzolí), které pomocí šroubů k sobě spojíme,
- Usazení rámu přístroje na vrchol provedeme opět za pomocí hydraulické ruky, plošiny nebo ručně. Šrouby provedeme spojení podpěr a rámu přístroje,
- Montáž, napnutí, překončení vodičů AlFe, nalisování ok včetně připojení,
- Montáž jednotlivých kloubů, tyčí a zámku,
- Připojení uzemnění,
- Největší úskalí nastává při seřízení pohonu.

Seřízení pohonu:

Podle velikosti podpěrného bodu volíme sestavení s jedním nebo dvěma, ve výjimečných případech třemi klouby. První kloub pod odpínačem je specifický, nesmí dojít k záměně (obsahuje kyvné mezi-ložisko).

1. Při seřizování a sestavování pohonu uvedeme úsečník do sepnuté polohy.
2. První tyč upevníme na odpínači (jedna z tyčí musí mít zploštělou stranu)
3. Umístíme první kloub do takové výšky, aby nám umožňoval pohyb dolů tzn. Objímka sloužící k uchycení kloubu, by měla být níže, než spodní část první tyče.
4. Umístíme zámek neboli ruční pohon do výšky cca 130 cm a dotáhneme.
5. K zámku připevníme druhou tyč, ať už má z jedné strany závit nebo předvrtaný otvor.

6. Zkrátíme druhou tyč na požadovanou délku dle prvního kloubu a připevníme ke kloubu.
7. Provedeme zkušební rozepnutí a sepnutí.
8. V případě, že nám odpínač dostatečně nerozpíná/nespíná, uvedeme odpínač do sepnuté polohy, povolíme objímky pohonu a provedeme dle potřeby snížení nebo zvýšení cca 5 cm a opět dotáhneme.
9. Při spínání odpínače, musíte v závěrečné části cítit mírný tlak (první tyč by měla mírně pružit). Zajišťuje dostatečné sepnutí.

Výhody montáže odpínače Flc

- Finanční a časové úspory při montáži
- Nízká hmotnost přispívá k snadné a bezpečné montáži.
- Jednoduchost při ŘPÚ, následných opravách a rekonstrukcích.
- Nízký počet komponentů při montáži.
- Mohou obsahovat omezovače přepětí



Obrázek 5-2: Odpínač [15]

5.5 CENOVÉ A KAPACITNÍ VYHODNOCENÍ REKOSTRUKCE

Mým cílem bylo znázornit cenovou a kapacitní náročnost pro provedení výměny odpínače Krompachy za novější typ Dribo Flc, včetně kompletní rekonstrukce mřížové trafostanice. Můžeme předpokládat, že provedením této rekonstrukce snížíme riziko vzniku poruch na daném zařízení, což u daných prvků sítě vede ke:

- + Zlepšení ukazatelů SAIDI, SAIFI
- + Eliminuje riziko porušení standardu
- + Zvýšení spolehlivosti dodávky elektrické energie = spokojenost odběratele
- + Jednoduchost při následující údržbě
- Vysoké náklady na realizaci rekonstrukce

Z tabulky viz příloha č.2 Soupis materiálu je zřejmé, že mezi nejnákladnější položky patří rozvaděč nn (RST) v našem případě se cena pohybuje okolo 44 500 Kč. Cena těchto rozvaděčů se odvíjí podle požadovaného rozměru nebo jeho vybavení. Typ odpínače Dribo Flc, jsem zvolil z důvodu jeho jednoduchosti, spolehlivosti, nízkým pořizovacím nákladům a taky z důvodu, že při montáži není zapotřebí techniky, jako např. hydraulická ruka nebo montážní plošina, což vede ke snížení nákladů.

Ocenění prací a materiálu bylo provedeno v programu Kros plus. V tabulce uvedené níže, můžete vidět, že celková cena materiálu potřebného pro provedení rekonstrukce, je vyčíslena na 106 191Kč. Potřebná kapacita byla stanovena na 66,369 hodin, dle příkazu B, práce trvaly 6 hodin, z toho vyplývá, že na dané rekonstrukci by se mělo podílet 11 montérů. Ovšem tuto činnost v praxi provádí běžně 5-6 montérů. Součet provedených prací a materiálu je roven 128 091 Kč. K dané částce je zapotřebí přičíst náklady na dopravu výkonového materiálu, revize, skládkovné, inženýring a činnosti spojeny se zajištěním pracoviště. Celkové náklady na rekonstrukci činí 170 091Kč. Podrobný soupis nacenění materiálů a prováděných prací naleznete v příloze č.1,2.

Provedením rekonstrukce získáme u nového typu odpínače kapacitní úsporu při následujícím ŘPÚ ze 3,8 hodiny u odpínače UO 22 (SEZ Krompachy) na 3 hodiny u nového typu odpínačů např. Flc. Další úspora je navýšení lhůt provádění ŘPÚ ze 48 měsíců na 96 měsíců. Třetí a neméně podstatnou výhodou, je možnost provedení ŘPÚ formou PPN (bez omezení zákazníků), ovšem tyto práce jsou časově i finančně náročnější. Doba na provedení údržby metodou PPN je stanovena na 11,36 hodiny.

Tabulka 5-3: Rekapitulace nákladů [16]

REKAPITULACE NÁKLADŮ objektu v tisících Kč	
Označení (název) stavby	Návrh rekonstrukce DTS, odpínač
Materiály	106, 191
Práce	21,9
Počet hodin elektromontážních prací / Hodinová sazba	66,369 / 330
Počet hodin stavebních (zemních) prací / Hodinová sazba	0,000 / 220
Příplatek na mechanizaci pro malé stavby	1,0
VII. Ostatní náklady	17,6
Doprava výkonového materiálu, odvoz zeminy	3
Revize	2,9
Skládkovné	5,8
Koordinační činnost zhotovitele	5,9
IX. Jiné investice	23,4
Inženýring	14,7
Manipulace, vypínání, diagnostika	8,7
Stavebně montážní činnost	128 091
Celkové náklady objektu	<u>170 091</u>

ZÁVĚR

V této diplomové práci s názvem rekonstrukce a údržba sítí vysokého a nízkého napětí, jsem se zabýval platnou legislativou z oblasti prací na elektrických zařízeních, ŘPÚ, kde jsem vysvětlil jednotlivé pojmy a pracovní postupy související s danou tematikou a popsal jednotlivé prvky v distribuční síti.

V praktické části bylo provedeno vyhodnocení poruchovosti v sítích vysokého a nízkého napětí za rok 2014. Rozbor byl proveden pro region Morava, do kterého spadá oddělení Olomouc, Ostrava, Šumperk, Frýdek Místek a Nový Jičín. V tomto roce bylo v celém regionu zaznamenáno 15 384 poruch. S nejvyšším počtem v oddělení Ostrava 3959 poruch na hladině nízkého napětí a 650 na hladině vysokého napětí, což odpovídá vysoké hustotě sítí daného oddělení. Převážná část vzniklých poruch je připisována nepříznivým klimatickým podmínkám. Došel jsem k průměrné hodnotě 42 poruch na jeden kalendářní den, přičemž maximální poruchovost nastala ve dnech od 15.5. do 16.5. 2014 a to s počtem 697 poruch. Hlavní příčinou byly nepříznivé klimatické podmínky (velmi silný déšť a silných vítr převyšující 70km/hod), které postihly celý východ ČR. Dle mého názoru, nejčastější příčinou poruch bývá výpadek pojistky, ať už z důvodu vzniku zkratu na straně odběratele (pojistka v HDS), tak vlivem nepříznivých klimatických podmínek. V poslední řadě bych uvedl únavu materiálu.

Velkou část poruch, vzniklých díky únavě materiálu eliminujeme pravidelným prováděním ŘPÚ. Při vyhodnocování ZPK se musí v první řadě posoudit, zda je daný prvek schopen bezpečného provozu. Pokud se nejedná o závažné poškození, posuzujeme důležitost daného prvku v síti a to převážně z důvodu dodržení ukazatelů spolehlivosti (SAIDI, SAIFI). V neposlední řadě přihlížíme na neméně důležitý aspekt a to finanční a kapacitní náročnost.

V páté kapitole bylo podrobně popsáno zajištění pracoviště před provedením ŘPÚ na odpínači UO 22 (SEZ Krompachy) a mřížové DTS. Vyhodnocení ZPK, které vedlo k nutné výměně odpínače za novější typ, včetně kompletní rekonstrukce DTS. V závěru, jsem provedl v programu Kros plus finanční a kapacitní náročnost rekonstrukce. Došel jsem ke zjištění, že mezi nejnákladnější položky patří rozvaděč nn (RST) v našem případě se cena pohybuje okolo 44 500 Kč, odpínač Dribo Flc 35 739Kč. Celkové náklady pro provedení uvedené rekonstrukce činí 170 091. Kapacitní náročnost byla vyčíslena 66 hodin.

Provedením rekonstrukce získáme u nového typu odpínače kapacitní úsporu při následujícím ŘPÚ ze 3,8 hodiny u odpínače UO 22 (SEZ Krompachy) na 3 hodiny u nového typu odpínačů např. Flc. Další úspora je navýšení lhůt provádění ŘPÚ ze 48 měsíců na 96 měsíců. Třetí a neméně podstatnou výhodou, je možnost provedení ŘPÚ formou PPN (bez omezení zákazníků), ovšem tyto

práce jsou časově i finančně náročnější. Doba na provedení údržby metodou PPN je stanovena na 11,36 hodiny.

Došel jsem k závěru, že z důvodu vysokých finančních a kapacitních nákladů, je zbytečné provádět rekonstrukci pouze z důvodu možnosti předejití vzniku poruchy i když daná rekonstrukce nese řadu výhod. Dle mého názoru je nutné provádět rekonstrukci pouze u prvků sítě, kde došlo ke ztrátě schopnosti bezpečného provozu nebo pokud se jedná o prvek v síti s vysokou důležitostí.

Seznam použité literatury

- [1] Hradílek Z.: Elektroenergetika distribučních a průmyslových sítí, skriptu VŠB-TU Ostrava 2008
- [2] Krejčí P.: Cvičení z elektroenergetiky, skriptu VŠB-TU Ostrava 2003
- [3] Santarius, P.: Elektrické stanice a vedení, VŠB Ostrava 1993
- [4] Tlustý, J. a kol.: Monitorování, řízení a chránění elektrizačních soustav, ČVUT Praha 2011, ISBN 978-80-01-04940-2
- [6] Tlustý, J. a kol.: Návrh a rozvoj elektroenergetických sítí, ČVUT Praha 2011, ISBN 978-80-01-04939-6
- [7] Česká technická norma ČSN EN 50110-1, datum účinnosti 2014-02-01
- [8] Cepelch R.: Řád preventivní údržby ČEZ Distribuce, a.s.
- [9] Toman, P. a kol.: Provoz distribučních soustav, ČVUT Praha 2011, ISBN 978-80-01-04935-8
- [10] Podkladové materiály, Koncepce kabelových a venkovních vedení nízkého a vysokého napětí, ČEZ Distribuce; [http:// www.cezdistribuce.cz](http://www.cezdistribuce.cz)
- [11] Šimon Vlček. Rekonstrukce a údržba sítí vn a nn, Bakalářská práce, VŠB-TU Ostrava, 2013
- [12] Práce na elektrickém zařízení v ČDS, Otakar Maceček, Karel Fiala, Lenc J, Šinágl
- [13] Energetický zákon 458/2000 ze dne 28.11.2000
- [14] Vyhláška č.540 Energetického regulačního úřadu o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb v elektroenergetice
- [15] [http:// dribo.cz/](http://dribo.cz/)
- [16] Interní data ČEZ
- [17] Interní uložení ČEZ
- [18] TRIVIUM elektrotechnika – Obsluha a práce na elektrických zařízeních ČSN EN 50110-1 ed.2 34 3100
- [19] <http://www.draka.cz/>

Seznam příloh

Příloha 1- Oceněné práce

Příloha 2 - Soupis materiálu

Příloha 3 - ŘPÚ – Lhůty, pracovní postupy a popis prováděných činností.

Příloha 4 – Situační mapa prováděné rekonstrukce

Příloha 5 – Zajištění pracoviště (začínáme od spodních/nejbližších vodičů)

Příloha 6 – nn rozvaděč RST (nedodržené IP)

Příloha 7 – Fotografie poruch a zajištění